This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 190 466
BIBLIOTHEEK
LEESMUSEUM
AMSTERDAM.
Afd.
№ 56

Supplement

zu den

Briefen über A. v. Humboldt's Kosmos.

Alexander von Humboldt.

Sein wissenschaftliches Leben und Wirken

den Freunden der Naturwissenschaften dargestellt

von

W. C. Wittwer.

Zweite (Schluß-) Lieferung.

Leipzig,
L. O. Weigel.
1861.

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Q143
H9W5
v.2

1. Die Physiologie der Thiere.

Unter den Arbeiten Humboldt's über Gegenstände aus der Thierphysiologie sind es besonders zwei, welche des sich an sie knüpfenden Interesses wegen im Nachstehenden näher besprochen werden sollen: die eine ist eine Fortsetzung seiner Untersuchungen über die thierische Elektricität, von der bereits im vorigen Abschnitte in dem Kapitel Reizbarkeit die Rede war, die andere ist eine Anwendung seiner Forschungen über die Zusammensetzung der Luft auf den thierischen Haushalt.

Die erstere Arbeit beschäftigt sich mit den elektrischen Fischen, solchen Thieren, die vermöge eines ganz eigenthümlichen Apparates die Fähigkeit haben, unter gewissen Umständen auf andere Thiere eine Wirkung auszuüben, welche mit der des elektrischen Schlages eine auffallende Aehnlichkeit hat. Diese Untersuchungen umfassen mehrere Abhandlungen, die sich in den Observations de zoologie, der Relation historique, in dem S. 124 angeführten Versuch über die elektrischen Fische und in den Annales de ch. et phys. befinden.

Die elektrische Wirkung der Fische ist am längsten bekannt bei dem zuerst im Mittelländischen Meere gefundenen und dort vorzugsweise gefangenen, aber auch in andern Meeren lebenden Zitterrochen (Raja Torpedo), dessen sich schon die alten Griechen zu Curen in ähnlicher Absicht bedienten, wie wir jetzt die elektromagnetischen Apparate anwenden. Humboldt zählt in seiner ersten Abhandlung[1] 5 Arten von elektrischen Fischen auf: Trichiurus indicus, Tetrodon electricus, Raja Torpedo, Silurus electricus und Gymnotus electricus, von denen die ersten 3 im Meere, die 2 letztern im Süßwasser leben. Später[2] führt er deren 7 an: Torpedo narke Risso, T. unimaculata, T. marmorata, T. Galvanii, Silurus electricus, Tetrodon electricus, Gymnotus electricus; von Trichiurus electricus sagt er, daß die elektrische Eigenschaft ungewiß sei.[3]

Wenn auch die Kunde von der seltsamen Eigenschaft des Zitterrochens schon sehr alt ist, so hat doch erst Walsh (1772) zu La Rochelle und auf

---

1) Observations de zoologie I. 59.

2) Rel. hist. II. 177.

3) Ein größeres Verzeichniß von elektrischen Fischen findet sich in dem Aufsatze: Die geogr. Verbreitung der el. Fische in Petermann's Geogr. Mittheilungen für 1856 S. 81.

M3759441

der Insel Re genauere Untersuchungen darüber angestellt. Seine Resultate sind in Kürze folgende.

Befindet sich ein Zitterrochen in der Luft, so erhält man einen Schlag, wenn man direct irgend einen Theil seiner Haut entweder mit dem Finger oder mit der ganzen Hand anfaßt, und ebenso erhält man einen Schlag, wenn man das Thier mit einem guten Leiter der Elektricität, etwa einem Metallstabe, selbst wenn er mehrere Fuß lang ist, berührt; dagegen wird der Schlag durch jeden Nichtleiter aufgehalten. Darum kann man ungestraft einen Glasstab oder eine Harzstange an den Rochen halten, man kann ihn sogar mit einem (leitenden) Streifen Zinn berühren, der auf eine Glasstange geklebt, aber an einer Stelle etwa durch einen Messerschnitt unterbrochen ist. Geben sich mehrere Personen die Hände, von denen die erste den Fisch berührt, so fühlt auch noch die zweite und selbst die dritte den Schlag, doch nimmt dieser an Intensität ab. Der Schlag ist aber noch in einer Kette von 20 Personen fühlbar, wenn sie sich die Hände reichen und die erste den Fisch am Leibe, die letzte im Rücken anfaßt. In dem (die Elektricität leitenden) Wasser ist der Schlag des Fisches schwächer; dagegen können hier von ihm Wirkungen auf die Ferne ausgeübt werden, was in der Luft nicht stattfindet. Walsh hat in der That beobachtet, daß der Zitterrochen auf einige Entfernung hin kleine Fische erschlägt oder wenigstens betäubt. Wenn der Fisch einen Schlag ertheilt, so ist dieses stets ein willkürlicher Act; manchmal kann man ihn mehreremal hinter einander berühren, ohne einen Erfolg zu empfinden; wenn man ihn aber reizt, indem man ihn in die Floßfedern kneipt, so kann man sicher sein, verstärkte Schläge zu erhalten. Walsh hat manchmal an 50 Entladungen in einer Minute gezählt.

Die Eigenschaften des Zitteraals (Gymnotus electricus) sind denen des Zitterrochens ebenfalls durch Walsh, der sich den Fisch aus Surinam bringen ließ, als analog befunden worden. Die anatomischen Verhältnisse beider Fische hat zuerst Hunter[1] untersucht. Bei dem Zitterrochen geht das elektrische Organ an seiner Peripherie bis dicht an den Vorderrand des Kopfes, seine obere Fläche stößt mittelst einer faserigen Haut an die Haut des Rückens, seine untere an die des Bauches. Von oben oder unten gesehen zeigt es polygonale oder rundliche Abtheilungen, von der Seite aber sieht man parallele Streifen. Das ganze Organ besteht aus einer Menge von Säulchen, deren Axe die Richtung vom Bauche zum Rücken hat.

1) Anatomical observations on the torpedo. (Phil. Trans. 1773) und An account of the gymnotus electricus. (Ib. 1775.)

Die Randbegränzung jeder Säule bildet eine etwas dichtere, sehnige Membran, die die eine Säule von der andern scheidet, und jede der letzteren besteht aus einer Menge auf einander geschichteter feiner Blättchen, welche bald eben bald gebogen durch sehr klebrige Schleimschichten von einander getrennt sind. Man findet bei dem Zitterrochen gewöhnlich 400—500 solcher Säulchen auf jeder Seite; Hunter zählte deren bei einem sehr großen Exemplare von 4½ Fuß Länge sogar 1184. Starke Nervenbündel, stärker noch als bei dem Zitteraale vertheilen sich in das elektrische Organ.

Bei dem Zitteraale ist das genannte Organ in dem sehr langen Schwanze, der fast 4½mal so lang ist, als Kopf und Rumpf zusammen; je in 2 Theile, einen größern und einen kleinern, gesondert, ist es fast der ganzen Länge des Schwanzes nach ausgedehnt, so daß es mithin viel größer ist, als bei dem Zitterrochen, ein Umstand, dem auch die stärkere Wirkung (Humboldt schätzt sie auf das Zehnfache des Zitterrochens) zuzuschreiben ist. Bei dem Aale stehen die Säulchen nicht vertical wie bei dem Rochen, sondern horizontal, so daß bei ihm zwischen vorn und hinten ein ähnlicher Gegensatz zum Vorschein kommt, wie bei dem Rochen zwischen oben und unten.

Die elektrischen Aale finden sich am häufigsten in den kleinen Flüssen und in den stehenden Gewässern oder Sümpfen, welche hier und da in den Llanos, den ungeheuren Ebenen vorkommen, die sich zwischen dem Orinoco und der Küstenkette von Venezuela ausbreiten. Humboldt hat diejenigen Aale, mit denen er Versuche machte, bei Calabozo gesehen.

Da die Indianer aus Furcht vor den Schlägen nicht dazu zu bringen waren, ihm lebende Exemplare des Gymnotus zuzutragen, so entschloß er sich, selbst einer Jagd auf diese Thiere beizuwohnen. Man bedient sich hiezu einer Anzahl halbwilder Pferde, die man aus den benachbarten Grasfluren zusammentreibt.

„Die Indianer", sagt Humboldt[1], „hatten eine Art von Treiben angestellt; die Thiere wurden von allen Seiten eingeschlossen und endlich in den Sumpf hineingezwungen. Das interessante Schauspiel, welches sich uns darbot, dieser Kampf der Zitteraale mit den Pferden läßt sich mit Worten nur unvollkommen schildern. Die Indianer, jeder mit langen Bambusröhren und Harpunen bewaffnet, stellten sich um den Sumpf. Einige kletterten auf die Baumäste, die sich über dem Wasser ausbreiteten. Durch ihr Geschrei und ihre langen Bambusröhre trieben sie die Pferde, wo sie

1) Observations de zoologie I. 55. — Eine ähnliche Beschreibung dieser interessanten Jagd findet sich in den „Ansichten der Natur." (Steppen und Wüsten.)

M375944

sich dem Ufer näherten, zurück. Die durch den Lärmen erschreckten Zitteraale vertheidigten sich mit den wiederholten Entladungsschlägen ihrer elektrischen Batterie. Lange schien es, als würden sie den Sieg über die Pferde und Maulesel davontragen. Mehrere von diesen, durch die Menge und Stärke der elektrischen Schläge betäubt, verschwanden unter dem Wasser; einige derjenigen, die sich wieder aufrafften, erreichten, ungeachtet der Wachsamkeit der Indianer das Ufer, und streckten sich hier, von der Anstrengung erschöpft, und durch die starken elektrischen Schläge an allen Gliedern gelähmt, der Länge nach auf die Erde. Ein geschickter Maler hätte den Augenblick auffassen sollen, da die Scene am belebtesten war. Die Gruppen der Indianer, welche den Sumpf umringen; die Pferde, welche mit gesträubten Mähnen, Schrecken und wilden Schmerz im Auge, dem einbrechenden Ungewitter zu entfliehen suchen; die gelblichen und schlüpfrigen Aale, welche großen Wasserschlangen ähnlich auf der Oberfläche des Wassers schwimmen und ihre Feinde verfolgen; alle diese Züge bildeten ein höchst malerisches Ganze. Unwillkürlich erinnerte ich mich dabei des berühmten Gemäldes eines Pferdes, das unvermuthet in einer Höhle durch den Anblick eines Löwen geschreckt wird. Der Ausdruck des Entsetzens ist hier nicht stärker als in jenem ungleichen Kampfe der Fische und Pferde."

„In weniger als fünf Minuten waren bereits zwei Pferde ertrunken. Die Aale, deren mehrere über fünf Fuß lang sind, schlüpften den Pferden und den Mauleseln unter den Bauch, und gaben dann Entladungen ihres ganzen elektrischen Organs. Diese Schläge treffen zugleich das Herz, die Eingeweide, und besonders das Nervengeflecht des Magens. Es ist daher nicht zu verwundern, daß der Fisch auf ein großes vierfüßiges Thier eine viel mächtigere Wirkung, als auf einen Menschen hervorbringt, der ihn nur mit den Extremitäten berührt. Doch zweifle ich, daß der Gymnotus im eigentlichen Sinne des Worts die Pferde tödtet; er betäubt sie nur, wie ich glaube, durch die wiederholten Erschütterungsschläge, die er ihnen gibt; sie fallen in eine tiefe Ohnmacht, und verschwinden besinnungslos unter dem Wasser; die andern Pferde und Mauleſel treten ihnen auf den Leib und in wenig Minuten sind sie wirklich todt. Nach diesem Anfang schien es, als würde die Jagd ein sehr tragisches Ende nehmen, und die Pferde eines nach dem andern ertrinken. Wenn sie nicht herrenlos sind, so bezahlt man jedes, welches stirbt, mit anderthalb bis zwei Piaster. Die Indianer versicherten uns, die Jagd würde bald geendigt sein und nur der erste Angriff der Zitteraale sei furchtbar. In der That kommen die Gymnoten nach einiger Zeit in den Zustand entladener Batterien; sei es nun, daß die galvanische Elek-

tricität sich durch Ruhe in ihnen häufe, oder daß ihr elektrisches Organ durch einen zu häufigen Gebrauch ermüdet und zu seinen Verrichtungen unbrauchbar gemacht wird. Zwar ist ihre Muskelbewegung dann immer noch eben so lebhaft, als zu Anfang; sie haben aber nicht mehr das Vermögen, kräftige Schläge zu ertheilen. Als der Kampf eine Viertelstunde gedauert hatte, schienen die Pferde und Maulesel minder geschreckt. Sie sträubten die Mähnen nicht mehr. Ihr Auge drückte selten Schmerz aus. Nirgends sah man sie fallen und unter dem Wasser verschwinden. Auch schwammen die Aale mit dem halben Leibe auf der Oberfläche des Sumpfes, flohen vor den Pferden, die sie vorher angegriffen, und näherten sich dem Ufer. Die Indianer versicherten uns, daß, wenn man die Pferde zwei Tage hintereinander in den Sumpf treibe, am zweiten kein Pferd mehr getödtet werde. Die Fische müssen Ruhe und hinlängliche Nahrung haben, um eine große Menge galvanischer Elektricität zu erzeugen oder anzuhäufen. Aus den Versuchen, welche man in Italien mit Zitterrochen gemacht hat, ist es bekannt, daß, wenn die Nerven, welche in die elektrischen Organe gehen, zerschnitten oder unterbunden werden, die Organe in ihrer Wirkung gerade so gehemmt sind, wie ein Muskel, dessen Hauptarterie oder Hauptnerv unterbunden ist. Die elektrischen Organe des Zitterrochens und des Zitteraals sind folglich der Herrschaft des Nervensystems unterworfen. Sie sind keineswegs gewöhnliche elektromologische Apparate, welche nach Art unbelebter Volta'scher Säulen aus den benachbarten Wasserschichten die ihnen entzogene Elektricität wieder anziehen. Es darf uns daher nicht befremden, daß die Stärke der elektrischen Schläge des Zitterals von dem Zustande seiner Gesundheit abhängt und daß Ruhe, Nahrung, Alter und vielleicht eine große Menge anderer physischer oder moralischer Gründe darauf Einfluß haben."

„Die Zitteraale, welche nach dem Ufer fliehen, werden sehr leicht mit kleinen an einen Strick befestigten Harpunen gefangen, die man ihnen in den Leib wirft; die Harpune spießt manchmal ihrer zwei auf. Ist der Strick sehr trocken und ziemlich lang, so kann man sie damit an's Land ziehen, ohne Schläge zu erhalten. In wenigen Minuten waren fünf große Gymnoten auf dem Trocknen. Wir hätten über zwanzig haben können, hätten wir ihrer so viele zu unsern Versuchen bedurft. Einige waren nur leicht am Schwanze verwundet, andere schwer am Kopfe, und wir konnten deutlich beobachten, wie die Intensität der natürlichen Elektricität dieses Fisches durch die verschiedene Stärke der Lebenskraft modificirt wird."

Die Untersuchung der anatomischen Verhältnisse des Zitteraals führte Humboldt im Allgemeinen zu demselben Resultate, zu dem schon früher

Hunter gelangt war, und welches oben angegeben ist; doch hält er es für möglich, daß die außerordentlich große Schwimmblase des Gymnotus, die sich mitten durch die Theile des elektrischen Organs ihrer ganzen Länge nach hinzieht, und der chemische Einfluß der in der Blase enthaltenen Luft oder vielmehr des von ihr an die Organe abzugebenden Sauerstoffs nicht ohne Einfluß sei. Es ist dieses ein Zusatz zu der elektrochemischen Theorie Humboldt's, welche bereits im vorigen Abschnitte bei Besprechung der Reizbarkeit erwähnt wurde. Ich habe oben angeführt (S. 29 u. 40), daß Humboldt auf die Wirkung des Sauerstoffs große Bedeutung gelegt habe; auch dieses kommt hier wieder vor, sowie seine Ansicht über den Zusammenhang von chemischen Processen mit dem Denken. Er sagt:[1] „So gering auch die Aehnlichkeit ist, welche die Medullarsubstanz des Gehirns mit der albuminösen und gelatinösen Materie der elektrischen Organe zeigt, so stimmen beide doch in der großen Menge des arteriellen Bluts überein, welches ihnen zugeführt wird, und das sich in ihnen desoxydirt. Es würde unstreitig eben so unschicklich sein, zu behaupten, der Sauerstoff dieses Bluts werde in den elektrischen Organen dazu verwendet, das elektrische Fluidum zu bilden (nimmt man anders die materielle Existenz eines solchen Fluidums an), als es unphilosophisch wäre, eine Absorption des Sauerstoffs durch das Denken selbst behaupten zu wollen. Wir wissen bloß, daß eine große Thätigkeit in den Verrichtungen des Gehirns das Blut reichlicher nach dem Kopfe zieht; sowie daß eine heftigere Bewegung der Muskeln die Desoxydation des arteriellen Blutes beschleunigt. Die Menge und Größe der Blutgefäße des elektrischen Gymnotus contrastiren übrigens wunderbar mit dem kleinen Umfange seines Medullarsystems, ein Contrast, der den Physiologen auf die Idee leitet, daß drei übrigens ziemlich heterogene Functionen des thierischen Lebens, die Functionen des Gehirns, des elektrischen Organs und der Muskeln gleichmäßig des Zuflusses und der Einwirkung des oxygenirten oder arteriellen Blutes bedürfen."

Die Empfindung, welche der Gymnotus durch seine Schläge erzeugt, hält Humboldt für ganz verschieden von denen, welche durch den Conductor einer Elektrisirmaschine, eine Leydner Flasche oder die Volta'sche Säule hervorgerufen werden. Je schwächer die Schläge, um so größer erscheint die specifische Verschiedenheit, denn heftige Erschütterungen bringen eine so fürchterliche Empfindung hervor, daß man sich außer Stande sieht, Vergleichungen anzustellen. Humboldt sagt, er erinnere sich nicht, je von einer

1) Observations de zoologie I. 65.

großen Leydner Flasche so fürchterliche Schläge erhalten zu haben, als einen von einem Gymnotus, auf den er, als man ihn aus dem Wasser gezogen hatte, beide Füße setzte. Er empfand den ganzen Tag über eine Lähmung in den Knieen und fast in allen Gelenken des Körpers. Bedenkt man dabei, daß ein Gymnotus, der nach der vorhin angegebenen Jagd gefangen, theils an die Thiere, theils an das Werkzeug, das davon allerdings nichts spürt, seine kräftigsten Schläge schon abgegeben hat, der also schon ziemlich erschöpft ist, noch so enorme Wirkungen ausüben kann, so läßt sich wohl denken, was für ein Gefühl es sein müsse, einen kräftigen Schlag eines noch ungeschwächten Aales zu erhalten. Am meisten Aehnlichkeit mit den Zitteraalwirkungen findet Humboldt bei demjenigen Schmerz, welcher entsteht, wenn man wunde Stellen des Rückgrats oder der Hand mit Zink und Silber armirt, wovon bereits oben S. 37 die Rede war.

Es liegt gänzlich in der Willkür des Fisches, wenn er einen Schlag ertheilen will, und ebenso hängt die Stärke des Schlages von ihm ab, sowie auch der Ort, welcher berührt die Empfindung verursachen soll, und darum kann von zwei Personen, die den Fisch gleichzeitig an ganz nahe gelegenen Stellen berühren, die eine einen Schlag empfinden, die andere nicht.

Zur Zeit als Walsh die elektrischen Fische untersuchte, kannte man den Galvanismus noch nicht. Humboldt und Bonpland waren die ersten Forscher, welche nach der genannten Entdeckung ihre Versuche mit Zitteraalen anstellten.

Wie oben S. 42 erwähnt, wurde die Construction der Volta'schen Säule erst 1799, also in dem Jahre der Abreise Humboldt's nach Amerika, entdeckt und unser Gelehrter, der sie nicht kennen konnte, war daher auch nicht in der Lage, Vergleiche zwischen den elektrischen Organen der Fische und der Volta'schen Säule anzustellen. Der Apparat Volta's hatte, wie ebenfalls schon angegeben, zwar an sich eine hohe Bedeutung, war aber dem Studium der thierischen Elektricität wenigstens am Anfange mehr hemmend als fördernd. Bei dem Streite zwischen Volta und Galvani, von denen der erstere den Sitz der beobachteten Wirkung an die Berührungsstelle der heterogenen Metalle, der andere in das Thier legte, war es von ungemeiner Wichtigkeit, einen Apparat zu finden, der mit Umgehung aller thierischen Stoffe thätig war, und die Volta'sche Säule erfüllte diesen Zweck so vollkommen, daß man mit ihrer Hülfe sogar chemische Verbindungen, wie das Wasser, zerlegen konnte. Nun war aller Physiker Aufmerksamkeit auf diesen Apparat gerichtet, und während die Beobachtungen mit Thieren wenig fortgesetzt wurden, hatte man sich an den Gedanken gewöhnt, daß die

oben erwähnten Muskelcontractionen der Frösche nichts anderes seien, als die Wirkungen sich berührender heterogener Metalle. Volta's Theorie hatte vollkommen gesiegt. Wohl benutzte man die Thiere noch, um die Stärke der Wirkung aus der Bewegung ihrer Muskeln zu finden; aber auch diese Anwendung hörte auf, als man fand, daß durch die Menge des zerlegten Wassers genauere Bestimmungen gemacht werden können, als durch das stärkere oder schwächere Zappeln eines Frosches.

Humboldt, der sich in seinen früheren Untersuchungen von dem Vorhandensein einer galvanischen, von der Metallelektricität unabhängigen Wirkung der Thiere überzeugt hatte, fand bei seiner Rückkehr das von ihm bearbeitete Feld verlassen und schrieb seine Abhandlung über die elektrischen Fische, die den schlagendsten Beweis von der Existenz einer thierischen Elektricität geben, zum Theil darum, um die Naturforscher zu der verlassenen Fahne zurückzurufen.

Die Volta'sche Batterie in ihrer ursprünglichen Form erhält man, wenn man Platten von Zink und Kupfer auf einander legt, darauf einen Wollen- oder Filzlappen legt, der mit Salzwasser getränkt ist, hierauf wieder Zink- und Kupferplatten nimmt u. s. w. Die gleichzeitige Berührung der beiden Enden einer so construirten Säule wird eine eigenthümliche Empfindung herbeiführen, und wenn man Metalldrähte von den beiden Endplatten (Polen) in ein Gefäß mit gesäuertem Wasser leitet, wird dort eine Wasserzerlegung zum Vorschein kommen. Verbindet man nicht die Endplatten, sondern einander nähere Stücke, so wird der Erfolg um so geringer sein, je näher die Platten einander sind. Diese Construction hat die auffallendste Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Säulchen des elektrischen Organs, und außerdem hat auch schon Walsh gefunden, daß der Schlag bei dem Rochen stärker ist, wenn man Rücken und Bauch des Fisches gleichzeitig berührt, als wenn dieses nicht geschieht, denn man hat ja auch in diesem Falle mit den beiden Enden (Polen) der erwähnten Säulchen zu thun. Diese Thatsachen mußten die Analogie zwischen den elektrischen Organen der Fische auf's unzweifelhafteste feststellen, und die Durchführung dieser Analogie ist auch Humboldt und Gay-Lussac bei ihren in Neapel mit Zitterrochen angestellten Versuchen[1] gelungen.

Der Zitterrochen ertheilt nach diesen Versuchen nur Schläge, wenn man sein elektrisches Organ berührt, und der Schlag wird mit wachsender Größe der Berührungsstelle empfindlicher. Er läßt sich sehr gut mit einer

1) Ann. de ch. et phys. XI. 1819.

geladenen Volta'schen Säule vergleichen, wenn man darauf Rücksicht nimmt, daß die Zeit, wenn ein Schlag ertheilt werden soll, weniger in der Willkür des Experimentators als in der des Fisches liegt. Berührt man den Rochen mit einem Stücke Eisen an einer Stelle, so fühlt man, wenn auch der Fisch reagirt, was man bei dem Rochen, nicht aber beim Zitteraal, an einer convulsivischen Bewegung der Flossen bemerkt, nichts.[1] Man spürt eben so wenig etwas, als wenn man nur einen einzelnen Pol einer Säule anfaßt; wohl aber bemerkt man den Schlag, wenn der Fisch gleichzeitig oben und unten angetupft wird. Die Versuche beider Forscher führen darauf, daß der eine Pol des Fischorgans oben, der andere unten ist. Auch spürt man den Schlag, wenn man den Fisch auf eine Metallschüssel legt, eine zweite Platte auf ihn legt, und dann beide gleichzeitig berührt, d. h. immer vorausgesetzt, daß auch der Fisch es haben will; dagegen beobachtet man nichts, wenn beide Platten sich unter einander berühren, wie man auch nichts fühlt, wenn man die 2 Pole einer Säule berührt, die außerdem mit einander in leitender Verbindung sind.

Eine Einwirkung der thierischen Elektricität auf das Elektrometer konnte Humboldt weder bei dem Rochen noch bei dem Aale wahrnehmen.[2]

Während die Humboldt-Gay-Lussac'schen Versuche mit dem Zitterrochen durchaus solche sind, die sich auf die Wirkung eines der Volta'schen Säule analog eingerichteten Apparates reduciren lassen, so ist dieses nicht ganz bei den Humboldt-Bonpland'schen mit dem Zitteraale der Fall. Die Versuche sind zwar zu einer Zeit angestellt, in welcher die Beobachter die Volta'sche Säule nicht kannten; es ist aber darum doch nicht einzusehen, warum sich eine nachträgliche Vergleichung nicht anstellen lassen sollte. Die Beobachtung, welche sich nur schwer mit der Theorie der Voltasäule in Zusammenhang bringen läßt, ist die, daß Humboldt bei dem Aale abweichend von dem Rochen die Wirkung nicht als mit der berührten Oberfläche wachsend fand, wenn auch der Fisch im Trocknen war.[3] Ebenso läßt sich schwer erklären, wie ein an einer Angelschnur hängender Fisch durch diese auf den Fischer wirken kann, der mit dem Wasser nicht in Verbindung steht.[4] Humboldt vermuthet zwar, daß die Entladung des Fisches durch die Haut desselben stattfinde, daß also der Austausch der beiden Elektricitäten

1) Es widerspricht dieses der obigen Angabe von Walsh.

2) Dieses ist erst später Linari gelungen.

3) Doch fand er (Rel. hist. II. 184) diesen Unterschied bei den Schlägen sehr geschwächter Fische.

4) Observ. de zool., I. 74, auch Ansichten der Natur. 3. Aufl. I. 33.

an dem Thiere ſelbſt vor ſich gehe und die Wirkung auf den Experimentator eine Seitenwirkung ſei, doch beſitzen wir zur Zeit keinen Apparat, in dem ein galvaniſcher Vorgang ſtattfindet, und der nur, durch einen ſchmalen Leiter, etwa einen Draht, mit einem fernſtehenden iſolirten Beobachter verbunden, eine bedeutende Wirkung auf denſelben auszuüben vermöchte.

In ſpäterer Zeit hat auf Humboldt's Veranlaſſung Faraday[1] mit dem Zitteraale Verſuche gemacht, denen zufolge die Analogie des Fiſchorgans mit der Volta'ſchen Säule durchgeführt wird, die aber den Humboldt'ſchen Verſuch nicht erwähnen. Es iſt nicht unmöglich, daß bei den Verſuchen Humboldt's ein Irrthum mit untergelaufen, ein Verſehen gemacht worden ſei; allein ſo lange dieſes nicht bewieſen iſt, ſind wir auch nicht befugt, es anzunehmen, denn nur allzuoft iſt der Fall in der Geſchichte der Naturwiſſenſchaften vorgekommen, daß früher gemachte Beobachtungen erſt in ſpäterer Zeit erklärt werden konnten, und ſo lange als unerklärte Facta ſtehen blieben, ja meiſtens als irrthümlich angenommen wurden. Ganz unwiſſenſchaftlich dagegen wäre es, eine Beobachtung darum als auf einem Irrthum beruhend zu erklären, weil man nicht im Stande iſt, ſie mit der Theorie in Zuſammenhang zu bringen.

Worin ſich die Angaben Humboldt's von denen eines Theiles der übrigen Experimentatoren unterſcheiden, iſt der Umſtand, daß nach erſterem die Wirkung des Rochens ſowohl als des Aals nur bei unmittelbarer Berührung mit dem Finger oder einem Elektricitätsleiter eintritt, während letztere geſehen haben, wie die Thiere Fiſche in der Entfernung tödteten, und Humboldt erklärt ſich dieſes daraus, daß ſeine Fiſche friſch gefangen und noch ſcheu ihre Waffe nur zur Vertheidigung benutzten, während ein an die Gefangenſchaft gewöhntes Exemplar ſie möglicherweiſe auch zum Angriffe, alſo in die Ferne wirkend, gebrauchen kann. Faraday beobachtete, daß ſein Aal, wenn er einen Fiſch betäuben wollte, ſich ſo bog, daß er einen Theil eines Kreiſes ausmachte, in deſſen Lücke ſich die Beute befand. Hierauf erfolgte die Exploſion. Nach Faraday geht der elektriſche Strom vom vordern Ende des Aals durch das Waſſer nach dem Schwanze, und wer ſeine Hände in des Fiſches Nähe in das Waſſer ſteckt, fühlt den Schlag. Berührt man den Fiſch an 2 verſchiedenen Stellen, ſo geht nur ein Theil des Stromes durch den Beobachter, der andere durch das Waſſer, und darum ſind, wie bereits oben erwähnt, die Schläge ſtärker, wenn man den

1) On the character and direction of the electric force of the Gymnotus. Phil. Trans. 1840.

Fisch in's Trockne bringt, denn es ist der Seitenschlag durch das Wasser vermieden. Dieser Seitenschlag wäre es, den man allein fühlt, wenn man den Fisch in einem Gefäße trägt, ohne ihn zu berühren, wo also Gefäß und Beobachter die Stelle eines Theiles des Wassers einnehmen; doch ist darum nicht gut einzusehen, wie eine bedeutende Wirkung hervorkommen soll, wenn man den Fisch nur mit einem spitzigen Drahte, also nur an einer ganz kleinen Stelle berührt.

Humboldt benutzte die schöne Gelegenheit, welche sich ihm bei der Beschiffung des Magdalenenflusses bot, um die Respirationsverhältnisse der Krokodile zu untersuchen.[1] Begreiflicherweise kann hier nicht von erwachsenen Individuen, die eine Länge von 20 Fuß haben, die Rede sein, sondern nur von jungen, 15—20 Tage alten Thieren, ein Umstand, der jedoch hier darum weniger in's Gewicht fällt, da die Jungen der eidechsenartigen Thiere sich wohl von den alten durch ihre Größe unterscheiden, aber keine solchen Veränderungen erleiden, welche die froschähnlichen Thiere durchzumachen haben, die, in ihrer Jugend eher mit den Fischen übereinstimmend, erst nach einiger Zeit ihre definitive Gestalt erhalten.

Es war im Monat Mai, zu der Zeit, als die Krokodile eben aus den Eiern schlüpften. Die Pfützen, die mit dem Strome in Verbindung stehen, sind alsdann von einer unzählbaren Menge dieser Thiere erfüllt, und wenn nicht die Raubvögel einen großen Theil derselben auffräßen, müßten die Krokodile sich dort in einer Weise vermehren, daß jene Gegenden für Menschen kaum mehr zugänglich wären. Die Indianer haben eine große Geschicklichkeit, die Thiere zu fangen; sie halten ihnen ein Stück Holz hin; diese beißen voll Zorn hinein und dann werden sie am Genick gepackt. In wenig Stunden hatte Humboldt an 40 Stück von einer Länge von 12—16 Zollen bei einander, die trotz ihrer geringen Größe ziemlich schwer zu behandeln waren. Drei Krokodile, die ein Alter von 15—16 Tagen hatten, wurden in Glocken gebracht. Um sie zu zwingen, daß sie ihre Schnauze außerhalb des Wassers hielten und um sie zugleich zu verhindern, durch Bewegung ihres Schweifes die Glasglocke zu zerschlagen, wurden sie mit den Füßen und dem Schweifende an Kreuze von Bambusholz gebunden, während Kopf, Hals und Brust frei blieben. In die Glocken kamen 138 Cubikcentimeter Luft, der Rest war Flußwasser. An die Sonne gestellt, schienen die Thiere wie im Freien zu athmen. Nach Verlauf einer Stunde oder einer Stunde und 10 Mi-

1) Observations de zoologie, I. 253.

der Insel Re genauere Untersuchungen darüber angestellt. Seine Resultate sind in Kürze folgende.

Befindet sich ein Zitterrochen in der Luft, so erhält man einen Schlag, wenn man direct irgend einen Theil seiner Haut entweder mit dem Finger oder mit der ganzen Hand anfaßt, und ebenso erhält man einen Schlag, wenn man das Thier mit einem guten Leiter der Elektricität, etwa einem Metallstabe, selbst wenn er mehrere Fuß lang ist, berührt; dagegen wird der Schlag durch jeden Nichtleiter aufgehalten. Darum kann man ungestraft einen Glasstab oder eine Harzstange an den Rochen halten, man kann ihn sogar mit einem (leitenden) Streifen Zinn berühren, der auf eine Glasstange geklebt, aber an einer Stelle etwa durch einen Messerschnitt unterbrochen ist. Geben sich mehrere Personen die Hände, von denen die erste den Fisch berührt, so fühlt auch noch die zweite und selbst die dritte den Schlag, doch nimmt dieser an Intensität ab. Der Schlag ist aber noch in einer Kette von 20 Personen fühlbar, wenn sie sich die Hände reichen und die erste den Fisch am Leibe, die letzte im Rücken anfaßt. In dem (die Elektricität leitenden) Wasser ist der Schlag des Fisches schwächer; dagegen können hier von ihm Wirkungen auf die Ferne ausgeübt werden, was in der Luft nicht stattfindet. Walsh hat in der That beobachtet, daß der Zitterrochen auf einige Entfernung hin kleine Fische erschlägt oder wenigstens betäubt. Wenn der Fisch einen Schlag ertheilt, so ist dieses stets ein willkürlicher Act; manchmal kann man ihn mehreremal hinter einander berühren, ohne einen Erfolg zu empfinden; wenn man ihn aber reizt, indem man ihn in die Floßfedern kneipt, so kann man sicher sein, verstärkte Schläge zu erhalten. Walsh hat manchmal an 50 Entladungen in einer Minute gezählt.

Die Eigenschaften des Zitteraals (Gymnotus electricus) sind denen des Zitterrochens ebenfalls durch Walsh, der sich den Fisch aus Surinam bringen ließ, als analog befunden worden. Die anatomischen Verhältnisse beider Fische hat zuerst Hunter[1] untersucht. Bei dem Zitterrochen geht das elektrische Organ an seiner Peripherie bis dicht an den Vorderrand des Kopfes, seine obere Fläche stößt mittelst einer faserigen Haut an die Haut des Rückens, seine untere an die des Bauches. Von oben oder unten gesehen zeigt es polygonale oder rundliche Abtheilungen, von der Seite aber sieht man parallele Streifen. Das ganze Organ besteht aus einer Menge von Säulchen, deren Axe die Richtung vom Bauche zum Rücken hat.

1) Anatomical observations on the torpedo. (Phil. Trans. 1773) und An account of the gymnotus electricus. (Ib. 1775.)

Die Randbegränzung jeder Säule bildet eine etwas dichtere, sehnige Membran, die die eine Säule von der andern scheidet, und jede der letzteren besteht aus einer Menge auf einander geschichteter feiner Blättchen, welche bald eben bald gebogen durch sehr klebrige Schleimschichten von einander getrennt sind. Man findet bei dem Zitterrochen gewöhnlich 400—500 solcher Säulchen auf jeder Seite; Hunter zählte deren bei einem sehr großen Exemplare von 4½ Fuß Länge sogar 1184. Starke Nervenbündel, stärker noch als bei dem Zitteraale vertheilen sich in das elektrische Organ.

Bei dem Zitteraale ist das genannte Organ in dem sehr langen Schwanze, der fast 4½mal so lang ist, als Kopf und Rumpf zusammen; je in 2 Theile, einen größern und einen kleinern, gesondert, ist es fast der ganzen Länge des Schwanzes nach ausgedehnt, so daß es mithin viel größer ist, als bei dem Zitterrochen, ein Umstand, dem auch die stärkere Wirkung (Humboldt schätzt sie auf das Zehnfache des Zitterrochens) zuzuschreiben ist. Bei dem Aale stehen die Säulchen nicht vertical wie bei dem Rochen, sondern horizontal, so daß bei ihm zwischen vorn und hinten ein ähnlicher Gegensatz zum Vorschein kommt, wie bei dem Rochen zwischen oben und unten.

Die elektrischen Aale finden sich am häufigsten in den kleinen Flüssen und in den stehenden Gewässern oder Sümpfen, welche hier und da in den Llanos, den ungeheuren Ebenen vorkommen, die sich zwischen dem Orinoco und der Küstenkette von Venezuela ausbreiten. Humboldt hat diejenigen Aale, mit denen er Versuche machte, bei Calabozo gesehen.

Da die Indianer aus Furcht vor den Schlägen nicht dazu zu bringen waren, ihm lebende Exemplare des Gymnotus zuzutragen, so entschloß er sich, selbst einer Jagd auf diese Thiere beizuwohnen. Man bedient sich hiezu einer Anzahl halbwilder Pferde, die man aus den benachbarten Grasfluren zusammentreibt.

„Die Indianer", sagt Humboldt[1], „hatten eine Art von Treiben angestellt; die Thiere wurden von allen Seiten eingeschlossen und endlich in den Sumpf hineingezwungen. Das interessante Schauspiel, welches sich uns darbot, dieser Kampf der Zitteraale mit den Pferden läßt sich mit Worten nur unvollkommen schildern. Die Indianer, jeder mit langen Bambusröhren und Harpunen bewaffnet, stellten sich um den Sumpf. Einige kletterten auf die Baumäste, die sich über dem Wasser ausbreiteten. Durch ihr Geschrei und ihre langen Bambusröhre trieben sie die Pferde, wo sie

1) Observations de zoologie I. 55. — Eine ähnliche Beschreibung dieser interessanten Jagd findet sich in den „Ansichten der Natur." (Steppen und Wüsten.)

M375944

sich dem Ufer näherten, zurück. Die durch den Lärmen erschreckten Zitteraale vertheidigten sich mit den wiederholten Entladungsschlägen ihrer elektrischen Batterie. Lange schien es, als würden sie den Sieg über die Pferde und Maulesel davontragen. Mehrere von diesen, durch die Menge und Stärke der elektrischen Schläge betäubt, verschwanden unter dem Wasser; einige derjenigen, die sich wieder aufrafften, erreichten, ungeachtet der Wachsamkeit der Indianer das Ufer, und streckten sich hier, von der Anstrengung erschöpft, und durch die starken elektrischen Schläge an allen Gliedern gelähmt, der Länge nach auf die Erde. Ein geschickter Maler hätte den Augenblick auffassen sollen, da die Scene am belebtesten war. Die Gruppen der Indianer, welche den Sumpf umringen; die Pferde, welche mit gesträubten Mähnen, Schrecken und wilden Schmerz im Auge, dem einbrechenden Ungewitter zu entfliehen suchen; die gelblichen und schlüpfrigen Aale, welche großen Wasserschlangen ähnlich auf der Oberfläche des Wassers schwimmen und ihre Feinde verfolgen; alle diese Züge bildeten ein höchst malerisches Ganze. Unwillkürlich erinnerte ich mich dabei des berühmten Gemäldes eines Pferdes, das unvermuthet in einer Höhle durch den Anblick eines Löwen geschreckt wird. Der Ausdruck des Entsetzens ist hier nicht stärker als in jenem ungleichen Kampfe der Fische und Pferde."

„In weniger als fünf Minuten waren bereits zwei Pferde ertrunken. Die Aale, deren mehrere über fünf Fuß lang sind, schlüpften den Pferden und den Mauleseln unter den Bauch, und gaben dann Entladungen ihres ganzen elektrischen Organs. Diese Schläge treffen zugleich das Herz, die Eingeweide, und besonders das Nervengeflecht des Magens. Es ist daher nicht zu verwundern, daß der Fisch auf ein großes vierfüßiges Thier eine viel mächtigere Wirkung, als auf einen Menschen hervorbringt, der ihn nur mit den Extremitäten berührt. Doch zweifle ich, daß der Gymnotus im eigentlichen Sinne des Worts die Pferde tödtet; er betäubt sie nur, wie ich glaube, durch die wiederholten Erschütterungsschläge, die er ihnen gibt; sie fallen in eine tiefe Ohnmacht, und verschwinden besinnungslos unter dem Wasser; die andern Pferde und Maulesel treten ihnen auf den Leib und in wenig Minuten sind sie wirklich todt. Nach diesem Anfang schien es, als würde die Jagd ein sehr tragisches Ende nehmen, und die Pferde eines nach dem andern ertrinken. Wenn sie nicht herrenlos sind, so bezahlt man jedes, welches stirbt, mit anderthalb bis zwei Piaster. Die Indianer versicherten uns, die Jagd würde bald geendigt sein und nur der erste Angriff der Zitteraale sei furchtbar. In der That kommen die Gymnoten nach einiger Zeit in den Zustand entladener Batterien; sei es nun, daß die galvanische Elek-

tricität sich durch Ruhe in ihnen häufe, oder daß ihr elektrisches Organ durch einen zu häufigen Gebrauch ermüdet und zu seinen Verrichtungen unbrauchbar gemacht wird. Zwar ist ihre Muskelbewegung dann immer noch eben so lebhaft, als zu Anfang; sie haben aber nicht mehr das Vermögen, kräftige Schläge zu ertheilen. Als der Kampf eine Viertelstunde gedauert hatte, schienen die Pferde und Maulesel minder geschreckt. Sie sträubten die Mähnen nicht mehr. Ihr Auge drückte selten Schmerz aus. Nirgends sah man sie fallen und unter dem Wasser verschwinden. Auch schwammen die Aale mit dem halben Leibe auf der Oberfläche des Sumpfes, flohen vor den Pferden, die sie vorher angegriffen, und näherten sich dem Ufer. Die Indianer versicherten uns, daß, wenn man die Pferde zwei Tage hintereinander in den Sumpf treibe, am zweiten kein Pferd mehr getödtet werde. Die Fische müssen Ruhe und hinlängliche Nahrung haben, um eine große Menge galvanischer Elektricität zu erzeugen oder anzuhäufen. Aus den Versuchen, welche man in Italien mit Zitterrochen gemacht hat, ist es bekannt, daß, wenn die Nerven, welche in die elektrischen Organe gehen, zerschnitten oder unterbunden werden, die Organe in ihrer Wirkung gerade so gehemmt sind, wie ein Muskel, dessen Hauptarterie oder Hauptnerv unterbunden ist. Die elektrischen Organe des Zitterrochens und des Zitteraals sind folglich der Herrschaft des Nervensystems unterworfen. Sie sind keineswegs gewöhnliche elektromologische Apparate, welche nach Art unbelebter Volta'scher Säulen aus den benachbarten Wasserschichten die ihnen entzogene Elektricität wieder anziehen. Es darf uns daher nicht befremden, daß die Stärke der elektrischen Schläge des Zitterals von dem Zustande seiner Gesundheit abhängt und daß Ruhe, Nahrung, Alter und vielleicht eine große Menge anderer physischer oder moralischer Gründe darauf Einfluß haben."

„Die Zitteraale, welche nach dem Ufer fliehen, werden sehr leicht mit kleinen an einen Strick befestigten Harpunen gefangen, die man ihnen in den Leib wirft; die Harpune spießt manchmal ihrer zwei auf. Ist der Strick sehr trocken und ziemlich lang, so kann man sie damit an's Land ziehen, ohne Schläge zu erhalten. In wenigen Minuten waren fünf große Gymnoten auf dem Trocknen. Wir hätten über zwanzig haben können, hätten wir ihrer so viele zu unsern Versuchen bedurft. Einige waren nur leicht am Schwanze verwundet, andere schwer am Kopfe, und wir konnten deutlich beobachten, wie die Intensität der natürlichen Elektricität dieses Fisches durch die verschiedene Stärke der Lebenskraft modificirt wird."

Die Untersuchung der anatomischen Verhältnisse des Zitteraals führte Humboldt im Allgemeinen zu demselben Resultate, zu dem schon früher

Hunter gelangt war, und welches oben angegeben ist; doch hält er es für möglich, daß die außerordentlich große Schwimmblase des Gymnotus, die sich mitten durch die Theile des elektrischen Organs ihrer ganzen Länge nach hinzieht, und der chemische Einfluß der in der Blase enthaltenen Luft oder vielmehr des von ihr an die Organe abzugebenden Sauerstoffs nicht ohne Einfluß sei. Es ist dieses ein Zusatz zu der elektrochemischen Theorie Humboldt's, welche bereits im vorigen Abschnitte bei Besprechung der Reizbarkeit erwähnt wurde. Ich habe oben angeführt (S. 29 u. 40), daß Humboldt auf die Wirkung des Sauerstoffs große Bedeutung gelegt habe; auch dieses kommt hier wieder vor, sowie seine Ansicht über den Zusammenhang von chemischen Processen mit dem Denken. Er sagt:[1] „So gering auch die Aehnlichkeit ist, welche die Medullarsubstanz des Gehirns mit der albuminösen und gelatinösen Materie der elektrischen Organe zeigt, so stimmen beide doch in der großen Menge des arteriellen Bluts überein, welches ihnen zugeführt wird, und das sich in ihnen desoxydirt. Es würde unstreitig eben so unschicklich sein, zu behaupten, der Sauerstoff dieses Bluts werde in den elektrischen Organen dazu verwendet, das elektrische Fluidum zu bilden (nimmt man anders die materielle Existenz eines solchen Fluidums an), als es unphilosophisch wäre, eine Absorption des Sauerstoffs durch das Denken selbst behaupten zu wollen. Wir wissen bloß, daß eine große Thätigkeit in den Verrichtungen des Gehirns das Blut reichlicher nach dem Kopfe zieht; sowie daß eine heftigere Bewegung der Muskeln die Desoxydation des arteriellen Blutes beschleunigt. Die Menge und Größe der Blutgefäße des elektrischen Gymnotus contrastiren übrigens wunderbar mit dem kleinen Umfange seines Medullarsystems, ein Contrast, der den Physiologen auf die Idee leitet, daß drei übrigens ziemlich heterogene Functionen des thierischen Lebens, die Functionen des Gehirns, des elektrischen Organs und der Muskeln gleichmäßig des Zuflusses und der Einwirkung des oxygenirten oder arteriellen Blutes bedürfen."

Die Empfindung, welche der Gymnotus durch seine Schläge erzeugt, hält Humboldt für ganz verschieden von denen, welche durch den Conductor einer Elektrisirmaschine, eine Leydner Flasche oder die Volta'sche Säule hervorgerufen werden. Je schwächer die Schläge, um so größer erscheint die specifische Verschiedenheit, denn heftige Erschütterungen bringen eine so fürchterliche Empfindung hervor, daß man sich außer Stande sieht, Vergleichungen anzustellen. Humboldt sagt, er erinnere sich nicht, je von einer

1) Observations de zoologie I. 65.

großen Leydner Flasche so fürchterliche Schläge erhalten zu haben, als einen von einem Gymnotus, auf den er, als man ihn aus dem Wasser gezogen hatte, beide Füße setzte. Er empfand den ganzen Tag über eine Lähmung in den Knieen und fast in allen Gelenken des Körpers. Bedenkt man dabei, daß ein Gymnotus, der nach der vorhin angegebenen Jagd gefangen, theils an die Thiere, theils an das Werkzeug, das davon allerdings nichts spürt, seine kräftigsten Schläge schon abgegeben hat, der also schon ziemlich erschöpft ist, noch so enorme Wirkungen ausüben kann, so läßt sich wohl denken, was für ein Gefühl es sein müsse, einen kräftigen Schlag eines noch ungeschwächten Aales zu erhalten. Am meisten Aehnlichkeit mit den Zitteraalwirkungen findet Humboldt bei demjenigen Schmerz, welcher entsteht, wenn man wunde Stellen des Rückgrats oder der Hand mit Zink und Silber armirt, wovon bereits oben S. 37 die Rede war.

Es liegt gänzlich in der Willkür des Fisches, wenn er einen Schlag ertheilen will, und ebenso hängt die Stärke des Schlages von ihm ab, sowie auch der Ort, welcher berührt die Empfindung verursachen soll, und darum kann von zwei Personen, die den Fisch gleichzeitig an ganz nahe gelegenen Stellen berühren, die eine einen Schlag empfinden, die andere nicht.

Zur Zeit als Walsh die elektrischen Fische untersuchte, kannte man den Galvanismus noch nicht. Humboldt und Bonpland waren die ersten Forscher, welche nach der genannten Entdeckung ihre Versuche mit Zitteraalen anstellten.

Wie oben S. 42 erwähnt, wurde die Construction der Volta'schen Säule erst 1799, also in dem Jahre der Abreise Humboldt's nach Amerika, entdeckt und unser Gelehrter, der sie nicht kennen konnte, war daher auch nicht in der Lage, Vergleiche zwischen den elektrischen Organen der Fische und der Volta'schen Säule anzustellen. Der Apparat Volta's hatte, wie ebenfalls schon angegeben, zwar an sich eine hohe Bedeutung, war aber dem Studium der thierischen Elektricität wenigstens am Anfange mehr hemmend als fördernd. Bei dem Streite zwischen Volta und Galvani, von denen der erstere den Sitz der beobachteten Wirkung an die Berührungsstelle der heterogenen Metalle, der andere in das Thier legte, war es von ungemeiner Wichtigkeit, einen Apparat zu finden, der mit Umgehung aller thierischen Stoffe thätig war, und die Volta'sche Säule erfüllte diesen Zweck so vollkommen, daß man mit ihrer Hülfe sogar chemische Verbindungen, wie das Wasser, zerlegen konnte. Nun war aller Physiker Aufmerksamkeit auf diesen Apparat gerichtet, und während die Beobachtungen mit Thieren wenig fortgesetzt wurden, hatte man sich an den Gedanken gewöhnt, daß die

oben erwähnten Muskelcontractionen der Frösche nichts anderes seien, als die Wirkungen sich berührender heterogener Metalle. Volta's Theorie hatte vollkommen gesiegt. Wohl benutzte man die Thiere noch, um die Stärke der Wirkung aus der Bewegung ihrer Muskeln zu finden; aber auch diese Anwendung hörte auf, als man fand, daß durch die Menge des zerlegten Wassers genauere Bestimmungen gemacht werden können, als durch das stärkere oder schwächere Zappeln eines Frosches.

Humboldt, der sich in seinen früheren Untersuchungen von dem Vorhandensein einer galvanischen, von der Metallelektricität unabhängigen Wirkung der Thiere überzeugt hatte, fand bei seiner Rückkehr das von ihm bearbeitete Feld verlassen und schrieb seine Abhandlung über die elektrischen Fische, die den schlagendsten Beweis von der Existenz einer thierischen Elektricität geben, zum Theil darum, um die Naturforscher zu der verlassenen Fahne zurückzurufen.

Die Volta'sche Batterie in ihrer ursprünglichen Form erhält man, wenn man Platten von Zink und Kupfer auf einander legt, darauf einen Wollen- oder Filzlappen legt, der mit Salzwasser getränkt ist, hierauf wieder Zink- und Kupferplatten nimmt u. s. w. Die gleichzeitige Berührung der beiden Enden einer so construirten Säule wird eine eigenthümliche Empfindung herbeiführen, und wenn man Metalldrähte von den beiden Endplatten (Polen) in ein Gefäß mit gesäuertem Wasser leitet, wird dort eine Wasserzerlegung zum Vorschein kommen. Verbindet man nicht die Endplatten, sondern einander nähere Stücke, so wird der Erfolg um so geringer sein, je näher die Platten einander sind. Diese Construction hat die auffallendste Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Säulchen des elektrischen Organs, und außerdem hat auch schon Walsh gefunden, daß der Schlag bei dem Rochen stärker ist, wenn man Rücken und Bauch des Fisches gleichzeitig berührt, als wenn dieses nicht geschieht, denn man hat ja auch in diesem Falle mit den beiden Enden (Polen) der erwähnten Säulchen zu thun. Diese Thatsachen mußten die Analogie zwischen den elektrischen Organen der Fische auf's unzweifelhafteste feststellen, und die Durchführung dieser Analogie ist auch Humboldt und Gay-Lussac bei ihren in Neapel mit Zitterrochen angestellten Versuchen[1] gelungen.

Der Zitterrochen ertheilt nach diesen Versuchen nur Schläge, wenn man sein elektrisches Organ berührt, und der Schlag wird mit wachsender Größe der Berührungsstelle empfindlicher. Er läßt sich sehr gut mit einer

1) Ann. de ch. et phys. XI. 1819.

geladenen Volta'schen Säule vergleichen, wenn man darauf Rücksicht nimmt, daß die Zeit, wenn ein Schlag ertheilt werden soll, weniger in der Willkür des Experimentators als in der des Fisches liegt. Berührt man den Rochen mit einem Stücke Eisen an einer Stelle, so fühlt man, wenn auch der Fisch reagirt, was man bei dem Rochen, nicht aber beim Zitteraal, an einer convulsivischen Bewegung der Flossen bemerkt, nichts.[1] Man spürt eben so wenig etwas, als wenn man nur einen einzelnen Pol einer Säule anfaßt; wohl aber bemerkt man den Schlag, wenn der Fisch gleichzeitig oben und unten angetupft wird. Die Versuche beider Forscher führen darauf, daß der eine Pol des Fischorgans oben, der andere unten ist. Auch spürt man den Schlag, wenn man den Fisch auf eine Metallschüssel legt, eine zweite Platte auf ihn legt, und dann beide gleichzeitig berührt, d. h. immer vorausgesetzt, daß auch der Fisch es haben will; dagegen beobachtet man nichts, wenn beide Platten sich unter einander berühren, wie man auch nichts fühlt, wenn man die 2 Pole einer Säule berührt, die außerdem mit einander in leitender Verbindung sind.

Eine Einwirkung der thierischen Elektricität auf das Elektrometer konnte Humboldt weder bei dem Rochen noch bei dem Aale wahrnehmen.[2]

Während die Humboldt-Gay-Lussac'schen Versuche mit dem Zitterrochen durchaus solche sind, die sich auf die Wirkung eines der Volta'schen Säule analog eingerichteten Apparates reduciren lassen, so ist dieses nicht ganz bei den Humboldt-Bonpland'schen mit dem Zitteraale der Fall. Die Versuche sind zwar zu einer Zeit angestellt, in welcher die Beobachter die Volta'sche Säule nicht kannten; es ist aber darum doch nicht einzusehen, warum sich eine nachträgliche Vergleichung nicht anstellen lassen sollte. Die Beobachtung, welche sich nur schwer mit der Theorie der Voltasäule in Zusammenhang bringen läßt, ist die, daß Humboldt bei dem Aale abweichend von dem Rochen die Wirkung nicht als mit der berührten Oberfläche wachsend fand, wenn auch der Fisch im Trocknen war.[3] Ebenso läßt sich schwer erklären, wie ein an einer Angelschnur hängender Fisch durch diese auf den Fischer wirken kann, der mit dem Wasser nicht in Verbindung steht.[4] Humboldt vermuthet zwar, daß die Entladung des Fisches durch die Haut desselben stattfinde, daß also der Austausch der beiden Elektricitäten

1) Es widerspricht dieses der obigen Angabe von Walsh.

2) Dieses ist erst später Linari gelungen.

3) Doch fand er (Rel. hist. II. 184) diesen Unterschied bei den Schlägen sehr geschwächter Fische.

4) Observ. de zool., I. 74, auch Ansichten der Natur. 3. Aufl. I. 33.

an dem Thiere ſelbſt vor ſich gehe und die Wirkung auf den Experimentator eine Seitenwirkung ſei, doch beſitzen wir zur Zeit keinen Apparat, in dem ein galvaniſcher Vorgang ſtattfindet, und der nur, durch einen ſchmalen Leiter, etwa einen Draht, mit einem fernſtehenden iſolirten Beobachter verbunden, eine bedeutende Wirkung auf denſelben auszuüben vermöchte.

In ſpäterer Zeit hat auf Humboldt's Veranlaſſung Faraday[1] mit dem Zitteraale Verſuche gemacht, denen zufolge die Analogie des Fiſchorgans mit der Volta'ſchen Säule durchgeführt wird, die aber den Humboldt'ſchen Verſuch nicht erwähnen. Es iſt nicht unmöglich, daß bei den Verſuchen Humboldt's ein Irrthum mit untergelaufen, ein Verſehen gemacht worden ſei; allein ſo lange dieſes nicht bewieſen iſt, ſind wir auch nicht befugt, es anzunehmen, denn nur allzuoft iſt der Fall in der Geſchichte der Naturwiſſenſchaften vorgekommen, daß früher gemachte Beobachtungen erſt in ſpäterer Zeit erklärt werden konnten, und ſo lange als unerklärte Facta ſtehen blieben, ja meiſtens als irrthümlich angenommen wurden. Ganz unwiſſenſchaftlich dagegen wäre es, eine Beobachtung darum als auf einem Irrthum beruhend zu erklären, weil man nicht im Stande iſt, ſie mit der Theorie in Zuſammenhang zu bringen.

Worin ſich die Angaben Humboldt's von denen eines Theiles der übrigen Experimentatoren unterſcheiden, iſt der Umſtand, daß nach erſterem die Wirkung des Rochens ſowohl als des Aals nur bei unmittelbarer Berührung mit dem Finger oder einem Elektricitätsleiter eintritt, während letztere geſehen haben, wie die Thiere Fiſche in der Entfernung tödteten, und Humboldt erklärt ſich dieſes daraus, daß ſeine Fiſche friſch gefangen und noch ſcheu ihre Waffe nur zur Vertheidigung benutzten, während ein an die Gefangenſchaft gewöhntes Exemplar ſie möglicherweiſe auch zum Angriffe, alſo in die Ferne wirkend, gebrauchen kann. Faraday beobachtete, daß ſein Aal, wenn er einen Fiſch betäuben wollte, ſich ſo bog, daß er einen Theil eines Kreiſes ausmachte, in deſſen Lücke ſich die Beute befand. Hierauf erfolgte die Exploſion. Nach Faraday geht der elektriſche Strom vom vordern Ende des Aals durch das Waſſer nach dem Schwanze, und wer ſeine Hände in des Fiſches Nähe in das Waſſer ſteckt, fühlt den Schlag. Berührt man den Fiſch an 2 verſchiedenen Stellen, ſo geht nur ein Theil des Stromes durch den Beobachter, der andere durch das Waſſer, und darum ſind, wie bereits oben erwähnt, die Schläge ſtärker, wenn man den

1) On the character and direction of the electric force of the Gymnotus. Phil. Trans. 1840.

Fisch in's Trockne bringt, denn es ist der Seitenschlag durch das Wasser vermieden. Dieser Seitenschlag wäre es, den man allein fühlt, wenn man den Fisch in einem Gefäße trägt, ohne ihn zu berühren, wo also Gefäß und Beobachter die Stelle eines Theiles des Wassers einnehmen; doch ist darum nicht gut einzusehen, wie eine bedeutende Wirkung hervorkommen soll, wenn man den Fisch nur mit einem spitzigen Drahte, also nur an einer ganz kleinen Stelle berührt.

Humboldt benutzte die schöne Gelegenheit, welche sich ihm bei der Beschiffung des Magdalenenflusses bot, um die Respirationsverhältnisse der Krokodile zu untersuchen.[1] Begreiflicherweise kann hier nicht von erwachsenen Individuen, die eine Länge von 20 Fuß haben, die Rede sein, sondern nur von jungen, 15—20 Tage alten Thieren, ein Umstand, der jedoch hier darum weniger in's Gewicht fällt, da die Jungen der eidechsenartigen Thiere sich wohl von den alten durch ihre Größe unterscheiden, aber keine solchen Veränderungen erleiden, welche die froschähnlichen Thiere durchzumachen haben, die, in ihrer Jugend eher mit den Fischen übereinstimmend, erst nach einiger Zeit ihre definitive Gestalt erhalten.

Es war im Monat Mai, zu der Zeit, als die Krokodile eben aus den Eiern schlüpften. Die Pfützen, die mit dem Strome in Verbindung stehen, sind alsdann von einer unzählbaren Menge dieser Thiere erfüllt, und wenn nicht die Raubvögel einen großen Theil derselben auffräßen, müßten die Krokodile sich dort in einer Weise vermehren, daß jene Gegenden für Menschen kaum mehr zugänglich wären. Die Indianer haben eine große Geschicklichkeit, die Thiere zu fangen; sie halten ihnen ein Stück Holz hin; diese beißen voll Zorn hinein und dann werden sie am Genick gepackt. In wenig Stunden hatte Humboldt an 40 Stück von einer Länge von 12—16 Zollen bei einander, die trotz ihrer geringen Größe ziemlich schwer zu behandeln waren. Drei Krokodile, die ein Alter von 15—16 Tagen hatten, wurden in Glocken gebracht. Um sie zu zwingen, daß sie ihre Schnauze außerhalb des Wassers hielten und um sie zugleich zu verhindern, durch Bewegung ihres Schweifes die Glasglocke zu zerschlagen, wurden sie mit den Füßen und dem Schweifende an Kreuze von Bambusholz gebunden, während Kopf, Hals und Brust frei blieben. In die Glocken kamen 138 Cubikcentimeter Luft, der Rest war Flußwasser. An die Sonne gestellt, schienen die Thiere wie im Freien zu athmen. Nach Verlauf einer Stunde oder einer Stunde und 10 Mi-

1) Observations de zoologie, I. 253.

nuten gaben die 3 Thiere Zeichen von Uebelbefinden; ſie ſuchten ihren Kopf unter das Waſſer zu bringen, wie wenn ſie ihn dem Einfluſſe einer ſchädlichen Luft entziehen wollten. Ihre Reſpiration war langſamer geworden, dann neigten ſie den Kopf und hierauf folgten heftige Krämpfe. Während dieſer Krämpfe hatte eines der Krokodile das Bambuskreuz zerriſſen und die Glocke zerſchlagen. Die zwei andern Thiere wurden 1 Stunde 43 Minuten nach Beginn des Experimentes aus dem Apparate genommen. Als ſie an die friſche Luft gekommen waren, öffneten ſie den Rachen, als wollten ſie auf einmal recht viel Luft einathmen, ihre Augen erglänzten von neuem, und ihre vorherige Wildheit ſtellte ſich in wenig Minuten wieder her. Sobald ſich Humboldt ihnen näherte, machten ſie Miene ihn anzugreifen und ſtießen einen durchdringenden Schrei aus, wenn er ihren Schweif berührte. Das Geſchrei, das die jungen Krokodile oft hören laſſen, ähnelt dem der Katzen, während das der alten ſehr ſelten zu ſein ſcheint, da Humboldt und ſein Gefährte, obwohl ſie mehrere Jahre in der Heimath dieſer Thiere lebten und am Orinoco viele Nächte umringt von ihnen im Freien zubrachten, daſſelbe nie gehört haben.

Die Luft der beiden Glocken hatte ſich von 1000 zu 1124 und 1154 Theilen vermehrt und ihre Zuſammenſetzung ergab ſich aus dem Mittel von 5 mit Stickſtoffoxyd gemachten Verſuchen in 1000 Theilen zu

95 und 82 Kohlenſäure,
60 = 76 Sauerſtoff,
845 = 842 Stickſtoff.

Daraus geht hervor, daß das Krokodil in einer Luft, die nicht erneuert wird, leidet; das Unbehagen beginnt, wenn die umgebende Luft nur 8 bis 9 Procente Sauerſtoff enthält.

Sind nur 5—6 Procente dieſes Gaſes vorhanden, ſo geht das Thier zu Grunde. Ein Krokodil in eine Luft gebracht, in der ein anderes erſtickt war, war nach Verlauf von einer halben Stunde ſchon ſehr leidend, und die Angabe der Indianer, ein Krokodil könne Tage lang unter dem Waſſer ſchlafen, beſtätigt ſich daher nicht, da das Thier kein Organ hat, um im Waſſer zu athmen.

Die vorſtehenden Beobachtungen gelten übrigens nur für die Zeit, in welcher ihre Lebensthätigkeit in vollem Gange iſt, und die Erſcheinungen müſſen ganz andere ſein, wenn die Krokodile in den trockenen Monaten der heißen Zone und den kalten Monaten der gemäßigten in der thonigen Erde oder im Flußſchlamme erſtarrt liegen. Humboldt führt hier die Beobachtung Carradori's an, daß auch die Fröſche im Sommer zu Grunde

gehen, wenn man sie 40 Minuten in's Wasser hält, während sie den ganzen Winter am Boden der Sümpfe zubringen.

Die durch die Respiration der Krokodile hervorgerufene Sauerstoffabsorption ist sehr gering, da ein 3 Decimeter langes Thier in 1 Stunde 43 Minuten nur nahezu 20 Cubikcentimeter aus der umgebenden Luft nahm. Es entspricht dieses der geringen Masse Blutes dieser Reptilien, welche Humboldt und Bonpland bei der Section eines großen Thieres dieser Gattung fanden. Ein junges Krokodil, das sechsmal so lang ist als ein Frosch, hat kaum ein größeres Herz als dieser. Den Zuwachs von Luft, der sich bei obigem Versuche ergab, hält Humboldt für eine Ausstoßung von Stickstoff, die während des Uebelbefindens der Thiere aus Schlund, Magen und Lunge stattfand.

Humboldt hat die Versuche über die Respiration der Krokodile auf seiner Reise angestellt und mußte, da er weder ein Volta'sches Eudiometer noch Phosphor bei sich hatte, das Stickstoffoxyd benutzen. Ich habe diese Abhandlung darum in Kürze erwähnt, um zu zeigen, wie der große Mann trotz aller Schwierigkeiten, die sich seinen Wanderungen durch die Wildnisse eines tropischen Landes entgegenstellten, keinen Zweig der Wissenschaften vergaß, und wenn auch manche Verhältnisse, wie z. B. die Untersuchung, wie die Krokodile sich in einer Luft verhalten, die an Kohlensäure reicher ist, als die atmosphärische, unberücksichtigt geblieben sind, so darf nicht vergessen werden, daß man leichter in einem physiologischen Kabinete, das mit allen Hülfsmitteln der Wissenschaft ausgestattet ist, experimentirt, als in einer völlig abgelegenen Gegend. Außerdem machen die Humboldt'schen Versuche zur Zeit den ganzen Schatz unseres Wissens über den besprochenen Gegenstand aus.

Die Versuche Humboldt's und Provençal's über die Respiration der Fische[1] wurden zu Paris im Laboratorium der polytechnischen Schule gemacht.

Unter den verschiedenen Klassen von Thieren, in denen die Anatomen Blutgefäße gefunden haben, sind bloß die Säugethiere und Vögel, welche durch alle Gattungen hindurch während ihres ganzen Lebens Luft athmen; unter den andern Klassen sind entweder alle Glieder das ganze Leben oder einzelne einen Theil ihres Lebens darauf angewiesen, im Wasser zu athmen und nur wenige Gattungen der Reptilien, wie die zweifüßige Sirene und der Proteus, sind ihr ganzes Leben hindurch mit Organen versehen, welche sie gleichzeitig

1) Observations de zoologie, II. 194. Mémoires de la Société d'Arcueil II.

befähigen, im Trocknen oder im Wasser zu athmen, sind also wahre Amphibien. Die größten Thiere athmen Luft, aber die größte Zahl, sowie die größte Manchfaltigkeit der Formen kommt den im Wasser athmenden Geschöpfen zu.

Schon seitdem Boyle und Mairan im 17. Jahrhundert gefunden haben, daß Luft in Wasser aufgelöst (absorbirt) sein könne, wurde diese Luft als das hauptsächlichste Agens bei der Respiration der Fische betrachtet. So blieb die Sache, bis die Entdeckung von der Zusammensetzung des Wassers gemacht wurde. Als man nämlich gefunden hatte, daß diese Flüssigkeit aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sei, glaubte man, es seien die Fische nicht auf den wenigen absorbirten Sauerstoff angewiesen, da es ja viel näher liege, den 89 Procente betragenden chemischen Bestandtheil des Wassers als Respirationsmittel der Fische anzunehmen. Auf die Frage, wo der andere Wasserbestandtheil, der Wasserstoff, hinkomme, wurde auf die fettigen und öligen Theile in den Fischen, die größtentheils Kohlenwasserstoffverbindungen sind, hingewiesen. Andererseits wurde auch die Ansicht ausgesprochen, daß bei den mit Schwimmblasen versehenen Fischen dieses Organ eine der Lunge der luftathmenden Thiere entsprechende Function habe. Gegen die Wasserzerlegung erhoben sich Priestley[1] und Spallanzani[1]. Letzterer beobachtete, daß die Fische an der Luft wie die luftathmenden Thiere Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben, und in einem Wasser zu Grunde gehen, welches von der Luft abgesperrt ist, was nicht möglich wäre, wenn das Wasser von seinen Bestandtheilen den für die Fische nöthigen Sauerstoff hergeben würde.

Da die eudiometrische Methode Spallanzani's viel zu wünschen übrig ließ, unterzog sich Humboldt gemeinschaftlich mit Provençal der Mühe, die Versuche zu wiederholen, und so eine weitere Anwendung seiner oben erwähnten Arbeit über die Zusammensetzung der Luft zu machen.

Durch Auskochen des Wassers erhielten sie das Resultat, daß das Wasser 0,0275 Raumtheile Luft aufnimmt, wenn man einen constanten Luftstrom darüber gehen läßt, während in einem geschlossenen Raume unter Luft aufbewahrtes, vorher ausgekochtes destillirtes Wasser davon viel weniger absorbirt. Dieses absorbirte Gas enthält aber nicht wie die atmosphärische Luft 21, sondern 30,9 bis 31,4 Procente Sauerstoff. Auch die Kohlensäure der vom Wasser absorbirten Luft beobachtet ein anderes Verhältniß

1) Humboldt, Observations de zoologie. II. 195.

zum ganzen Volumen, als die Luft der Atmosphäre, denn sie beträgt 6—11 Procente.

Das vorher untersuchte Wasser wurde in Glocken gebracht und Schleihen in dasselbe gesetzt. Das Wasser wurde durch Queckſilber abgesperrt und Sorge dafür getragen, daß die vorher möglichſt kräftigen Fiſche nicht zu Grunde gingen, um nicht dadurch, daß ſie nach dem Tode etwas anders wirken, als im Leben, das Reſultat zu trüben. Der Verſuch dauerte, je nach der Zahl der eingesperrten Schleihen, 5—17 Stunden und die darauf folgende Unterſuchung der Luft zeigte, daß die Geſammtmaſſe derſelben durch die Reſpiration der Fiſche abgenommen hatte. Die Abnahme fiel auf Sauerſtoff und Stickſtoff, während die Kohlenſäure einen Zuwachs bekommen hatte. Das Verhältniß der Zu- und Abnahme der Gaſe war bei jedem Verſuche ein anderes.

Wenn man bedenkt, daß Fiſche mehrere Stunden in einem abgesperrten Ballon leben können, deſſen Waſſer nur $^{837}/_{100000}$ ſeines Volumens an Sauerſtoff beſitzt, ſo muß man darauf ſchließen, daß das Bedürfniß dieſer Thiere an Sauerſtoff nur ein ſehr geringes iſt, und in der That war das größte Quantum deſſelben, welches eine Schleihe während eines 17ſtündigen Verſuches abſorbirte, nicht mehr als 1,114 Cubikcentimeter pro Stunde, an deſſen Stelle 0,223 Kohlenſäure traten. Nichtsdeſtoweniger waren Karpfen am Sterben, als man ſie 20 Minuten lang in deſtillirtem Waſſer abſperrte, das vorher ſorgfältig aller Luft beraubt worden war.

Bringt man Fiſche in durch Queckſilber abgesperrte Glasglocken, in denen ſich außer etwas Waſſer noch atmoſphäriſche Luft befindet, ſo berauben ſie zuerſt das Waſſer ſeines Sauerſtoffs, und dieſes zieht neues Gas aus der Luft an; da aber der letztere Vorgang mit dem erſteren nicht gleichen Schritt hält, ſo kommen die Fiſche an die Oberfläche und nehmen die Luft in ihrem elaſtiſchen Zuſtande auf.

Es iſt ein Vorrecht der mit Kiemen verſehenen Thiere, zugleich in der Luft und im Waſſer athmen zu können. Werden ſie aus dem Waſſer gezogen und an die Luft gebracht, ſo hört darum ihre Reſpiration nicht auf; ſie gehen erſt zu Grunde, wenn durch Austrocknen der Kiemen die Circulation des Blutes in den Gefäßen derſelben aufgehoben wird, und man kann darum auch Karpfen an der Luft füttern, wenn man die Vorſicht gebraucht, ihnen von Zeit zu Zeit die Kiemen mit feuchtem Mooſe zu benetzen.

Befindet ſich Waſſerſtoff oder eine größere Quantität von Kohlenſäure in dem Waſſer, ſo gehen die Fiſche in kurzer Zeit zu Grunde.

Bereits oben wurde angegeben, daß der Schwimmblaſe der Fiſche eine

Rolle in Beziehung auf ihren Respirationsproceß zugeschrieben wurde. Man glaubte, die Blase habe eine der Lunge analoge Function, und Humboldt machte darauf bezügliche Versuche, indem er mehrere Schleihen in künstlichen Gemengen von Sauerstoff und Wasserstoff athmen ließ oder sie durch einen Einschnitt auf der Seite ihrer Schwimmblase beraubte. Doch sind die Versuche darum nicht ganz zuverlässig, weil man bei einem einzelnen Thiere auch nur eine Untersuchung machen, und nicht den Gehalt der Schwimmblase vorher mit dem nach dem Versuche vergleichen kann. Die Blase schien nach dem Versuche etwas mehr Sauerstoff zu enthalten, aber nie war Wasserstoff darin. Die der Schwimmblase beraubten Fische unterschieden sich von den andern darin, daß sie etwas mehr Sauerstoff absorbirten und gar keine Kohlensäure abgaben; aber es steht dabei dahin, welchen Einfluß der leidende Zustand der Fische auf die Resultate gehabt habe.

Man ist gewohnt, die Schwimmblase der Fische als dasjenige Organ anzugeben, mit dessen Hülfe die Thiere die verschiedenen Tiefen aussuchen können, welche sie besuchen wollen. Drückt nämlich der Fisch vermöge seiner Musculatur die Blase auf einen kleineren Raum zusammen, so nimmt er bei demselben Gewässer ein geringeres Volumen ein, und weil er dadurch specifisch schwerer wird, als das Wasser, sinkt er zu Boden, und erhebt sich im entgegengesetzten Falle. Humboldt fand, daß diese Wirkung der Schwimmblase nicht so unbedingt nöthig sei, denn mehrere seiner Schleihen schwammen auch nach der Operation nach allen beliebigen Richtungen, ohne scheinbar im Gleichgewichte gestört zu sein. Doch beobachtete er auch, daß die Mehrzahl der Fische leidend und seitwärts hängend den Grund nicht verließ.

Wir sehen aus dem Vorstehenden, daß Humboldt die Respiration der Krokodile und der Fische, also von Geschöpfen der beiden Klassen kaltblütiger Wirbelthiere untersucht hat. Die Sauerstoffabsorption ist bei beiden gering, bei den Krokodilen findet eine Aushauchung, bei den Fischen eine Absorption von Stickstoff statt. Zur Vervollständigung führt er[1] noch die Resultate an, welche Gay-Lussac bei den Vögeln (Grünfinken) erhalten hatte.

Diese Thiere vermindern das Volumen der Luft auf Kosten des Sauerstoffs; Stickstoff wird weder absorbirt noch ausgehaucht. Wurde die durch die Respiration gebildete Kohlensäure nicht entfernt, so starben die Vögel bei einem Sauerstoffgehalte der Luft von 6—8 Procenten, bei 3—4 dagegen,

1) Observations de zoologie, II. 215.

wenn die Kohlensäure mit Hülfe von Aetzkali entfernt wurde. Ließ Gay-Lussac einen Vogel wechselweise in Sauerstoff und in atmosphärischer Luft athmen, ohne jedoch das Thier ein Uebelbefinden erdulden zu lassen, so blieben die Quantitäten des in Kohlensäure umgewandelten Oxygens gleich.

Nicht aller consumirte Sauerstoff wird in Kohlensäure umgesetzt, ein Theil verschwindet vollkommen, indem er mit den Stoffen des Blutes Verbindungen eingeht. Die Menge der gebildeten Kohlensäure verhielt sich zu der des so verschwundenen Sauerstoffs bei den Finken wie 75,3 : 24,7, bei Kaninchen und Meerschweinchen wie 72,1 : 27,9, bei Gay-Lussac selbst, ohne Unterschied, ob Ruhe vorausgegangen war oder nicht, wie 70,3 : 29,7. Die ausgeathmete Luft enthielt bei mehreren Individuen unter geringen Schwankungen 4,3 (Procente) Kohlensäure; die letzten Theile der ausgeathmeten Luft dagegen 6, mit Schwankungen von 5,5—7,2. In mit Hülfe einer Blase öfters eingeathmeter Luft verhielt sich die Kohlensäure zu dem verschwundenen Sauerstoff wie 69,3 : 30,7.

2. Die Geographie der Thiere.

Die Thiergeographie, die uns noch zu betrachten übrig bleibt, hat Humboldt neben seinen übrigen Forschungen nicht vergessen; er hat zwar keine vollständige Geographie dieser Geschöpfe entworfen, wie er es bei den Gewächsen, von denen im nächsten Kapitel gesprochen werden soll, gethan hat, aber nichtsdestoweniger verdanken wir ihm in seinem Gemälde der Tropenwelt eine Darstellung der Fauna des äquatorialen Theiles von Amerika. Man kann wohl sagen, daß Humboldt zuerst eine solche Zusammenstellung machte, denn erst später hat Illiger[1] für einzelne Thierklassen specielle Untersuchungen angestellt, die in neuerer Zeit vorzugsweise Schmarda[2] in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt hat. Es dürfte angemessen sein, Humboldt's Darstellung hier anzuführen; sie findet sich in der oben erwähnten fünften Abtheilung des Reisewerks, deutsche Ausgabe S. 163.

„So weit nur immer die Vegetation in und auf dem Erdkörper hat vordringen können, ist thierisches Leben verbreitet. Im Innern der Bergwerke und Höhlen leben Dermestesarten und ähnliche Insecten, welche sich

1) Ueberblick der Säugethiere nach ihrer Vertheilung über die Erdtheile. Berliner akademische Schriften, 1804 - 11. Tabellarische Uebersicht über die Vögel und ihre Vertheilung über die Erde. Ebenda 1812—13.

2) Die geogr. Verbreitung der Thiere. Wien, 1853.

von unterirdischen Schwämmen nähren. Wie sie dem Lichte entzogen, aber in der Tiefe des Meeres benagen Coriphänen, der gefräßige Cactodon und zahllose Schaaren von Gewürmen den Seetang (Fucus), dessen Früchte mit gallertartigem Schleime überzogen sind. Weiter aufwärts, zwischen der Meeresfläche und 1000 Meter Höhe in der Region der Palmen und Bananengewächse finden sich Riesenschlangen (Boa), der grasfressende Manati und Krokodile, die unbeweglich wie kolossale Statuen von Erz mit offenem Rachen am Fuße des Conocarpus ausgestreckt liegen. Dieß ist der Wohnplatz des wehrlosen Flußschweins (Cavia capybara), das wechselweise vom Tiger und Krokodile verfolgt, bald im Wasser, bald auf dem Lande seine Rettung sucht. Die Wälder dieser heißen Zone erschallen von dem Regen verkündenden Geheule der Alouaten, von dem vogelartigen Gezwitscher der kleinen Sapajou-Affen und dem stöhnenden Klagen des Faulthiers, welches den Stamm der silberartigen Cecropia hinankriecht. Sie sind das Vaterland der Papagayen, der buntgefiederten Tanagra und des majestätischen Hocco (Crax pauxi). Der große aber feige amerikanische Löwe, der furchtbare, prächtig gefleckte Jaguar und der schwarze Tiger am obern Orinoco, welcher noch blutdürstiger als der Jaguar ist, sind die Herren dieser Wälder. Sie stellen dem kleinen indischen Hirsche, der Sus tajassu und dem Ameisenbären nach, dessen dehnbare Zunge an dem Brustbeine inserirt ist. Die Luft in dieser heißen Zone besonders bis 500 Meter Höhe wimmelt überall von giftigen Stechfliegen und Mücken, deren unbeschreibliche Menge einen großen und so schönen Theil der Erde dem Menschen fast unbewohnbar macht. Zu diesen Mosquitos gesellen sich noch der Oestrus Mutisii, der seine Eier mit unglaublicher Schnelligkeit bis in das Muskelfleisch des Menschen legt, und schmerzhafte Geschwülste erregt; Acari, welche die Haut wie einen Acker in parallelen Furchen aufschlitzen, giftige Spinnen, Ameisen und Termiten, deren gefürchtete Industrie fast alle menschliche Arbeit zerstört. Alle diese Plagen, von denen die Eingeborenen freilich weniger als Fremde leiden, verbittern den Lebensgenuß in einer übrigens so wundervoll schönen allbelebten Natur."

„Höher aufwärts in der Region der baumartigen Farrenkräuter zwischen 1000 und 2000 Meter Höhe, findet man nicht mehr Krokodile, Riesenschlangen, Manati und Faulthiere. Der Tiger und die Affen werden selten, aber desto häufiger sind hier Heerden von Tapiren und Nabelschweinen, und der kleine Jaguar. Menschen, Affen und Hunde sind in dieser Höhe vom Minirfloh, der in der heißern Region seltner als in der mittlern ist, aufs fürchterlichste geplagt. Zwischen 2 und 3000 Meter in der obern

Region der Cinchona sind gar keine Affen mehr, kein Cervus mexicanus, aber die schöne Tigerkatze, Bären und der große Hirsch der Andes. In dieser Höhe, welche zugleich die des Gotthards ist, sind die Menschenläuse leider! sehr häufig. Zwischen 3 und 4000 Meter in den kalten Gebirgssteppen lebt die kleine Löwenart, welche die Peruaner Puma nennen, und deren Spur wir oft noch höher aufwärts auf frisch gefallenem Schnee gefunden haben; der kleine weißstirnige Bär, und einige Viverren. Mit Verwunderung habe ich Colibriarten bisweilen bis in der Höhe des Pic von Teneriffa gefunden. Die Grasfluren und die Region der vollblättrigen Espeletia zwischen 4 und 5000 Meter ist von den sogenannten Kameelschafen, von der Vicunna, dem Guanaco und der Alpaca bewohnt, welche in abgesonderten Heerden umherschwärmen. Llama's finden sich nur als Hausthiere, denn diejenigen, welche am westlichen Abhange des Chimborazo geschossen werden, sind (so geht die Sage der Eingebornen) verwildert, als der Inca Tapayupangi die Stadt Lican, den alten Sitz der Cochocandi von Quito zerstörte. Die Vicunna liebt große Höhen, wo bisweilen schon Schnee fällt. Trotz den Nachstellungen, welche sie seit Jahrhunderten erleiden, sieht man doch noch auf dem Andesrücken Heerden von 3—400 besonders in den Provinzen des Pasco, Guailas und Caxatamba und in den Gebirgen von Gorgor. Auch um Huancavelica, Cusco und in der Provinz Cochabamba, wo das hohe Flußthal von Cotacayes anfängt; kurz überall, wo der Gebirgsrücken sich zur Höhe des Montblanc erhebt, ist die Vicunna noch sehr häufig. Dagegen ist es eine recht auffallende Erscheinung der Thiergeographie, daß Vicunna's und die ihnen verwandten Gattungen die ganze Andeskette von Chili an bis zum neunten Grade südlicher Breite bewohnen, und daß weiter nördlich weder in Quito noch in den Schneegebirgen von Neugranada, noch in Neuspanien eine Spur ihrer jetzigen oder ehemaligen Existenz zu entdecken ist. Der Strauß von Buenos-Ayres bietet ein ähnliches Phänomen dar: er findet sich nicht nördlich von der Bergkette von Chiquitos, wo die Waldungen durch Grasfluren unterbrochen sind und wo dieser Vogel ähnliche Nahrung und ein ähnliches Klima genießen würde. Die Thiere und Pflanzen gehen kaum über die Schneegränze hinaus. Unter ewigem Eise vegetiren zwar noch einige Flechtenarten, aber unter den Vögeln ist der Condor der einzige, der diese unermeßlichen Einöden bewohnt. Wir haben ihn in einer Höhe von 6500 Meter schweben sehen. Einige Sphinxe und Fliegen, die wir noch 5652 Meter hoch antrafen, schienen uns durch senkrecht aufsteigende Luftströme unwillkürlich in diese Regionen gebracht worden zu sein."

Außer dieser Beschreibung der Thiervertheilung im Allgemeinen,

besprach Humboldt noch die Verbreitung einiger besondern Formen. So findet sich eine derartige Arbeit in der Naturgeschichte des Condors in den Observations de zoologie, ebenso sind auch Notizen in der Relation historique in den bereits oben S. 114 erwähnten kleineren Abhandlungen. Als Beispiel will ich hier eine, die Verbreitung der Stechfliegen besprechende anführen. Der Reisende beklagt sich in seinem Berichte wiederholt über diese Insecten, gibt aber ihre Vertheilung in Rel. hist. II, 335 näher an.

„Die Qualen, welche man von diesen Thieren zu erdulden hat, sind in der Tropenregion nicht so allgemein, als man gewöhnlich glaubt. Auf den Hochebenen, die mehr als 400 Toisen über dem Meere sind, in trockenen und von großen Strömen fern liegenden Flächen, wie in Cumana und Calabozo gibt es nicht mehr Fliegen, als in den bewohnteren Gegenden von Europa; dagegen nehmen diese außerordentlich zu in Neu-Barcelona und weiter westlich gegen das Cap Codera hin. Die Plage ist am Orinoco erträglich zwischen dem 7. und 8. Breitegrade; kommt man aber über die Mündung des Apure hinauf, hat man Baraguan passirt, so ist auch die Ruhe des Reisenden vorbei. Die untern Luftschichten sind bis zu einer Höhe von 15—20 Fuß mit einer Wolke von giftigen Fliegen erfüllt. In der Mission San Borja leidet man schon mehr von den Mosquitos, als in Carichana, aber bei den Raudales zu Apure, namentlich in Maypures, steigt die Qual zum Höhepunkte. Ueber den 5. Grad hinaus wird man etwas weniger gestochen, aber der Hitze und des Mangels der Luftströmung wegen um so empfindlicher. Kommt man in das Flußsystem der schwarzen Wasser, so hören die Insecten auf, mit Ausnahme einiger kleinen, schwach gefärbten Flüßchen, die davon wimmeln. Im Cassiquiare geht die Plage wieder an, und in Esmeralda ist sie wieder fast ebenso, als an den Cataracten, und darum heißt man auch die Versetzung eines Observantenmönchs nach Esmeralda seine Verurtheilung zu den Mosquitos."

„Diese Plagegeister sind aber nicht immer dieselben; sie wechseln in den verschiedenen Gegenden. Sie ändern sogar in den verschiedenen Tageszeiten. Jedesmal, wenn andere Thiere kommen, nach dem Ausdrucke der Missionäre die Wache beziehen, hat man einige Minuten, ja eine Viertelstunde Ruhe. Von 6½ Uhr Morgens bis 5 Uhr Abends ist die Luft von Mosquitos erfüllt, die aber nicht unsern europäischen Schnacken, sondern kleinen Fliegen gleichen. Eine Stunde vor Sonnenuntergang (und ebenso am Morgen beim Aufgange) erscheinen kleine Schnacken, die Tempraneros; diese bleiben aber nur 1—1½ Stunden und verschwinden zwischen 6 und 7 Uhr. Nach einer Ruhe von einigen Minuten kommen die Zancudos, eine

andere langbeinige Art von Schnacken. Am Magdalenenſtrome zwiſchen Mompox und Honda erfüllen Zancudos die Luft von 8 Uhr Abends bis Mitternacht, verſchwinden dann auf 3—4 Stunden und kommen gegen 4 Uhr Morgens wieder zum Vorſchein.

„So", ſagt Humboldt, „gibt es beſtimmte und für dieſelbe Jahreszeit und Breite unveränderliche Stunden, in denen ſich die Luft mit friſchen Bewohnern bevölkert, und dieſes geſchieht in derſelben Breite, in der der Regelmäßigkeit ſeiner Bewegung wegen das Barometer zur Uhr wird. Man vermöchte faſt mit verbundenen Augen die Stunde des Tages oder der Nacht zu beſtimmen und dieſes mit Hülfe des Geſummes der Inſecten und der Stiche, die einen verſchiedenartigen Schmerz hervorrufen, je nachdem ein jedes Inſect ein Gift in die Wunde bringt."

Die Pflanzen.

Wie bereits im allgemeinen Theile erwähnt wurde, hat Humboldt die Beſchreibung der von ihm gemeinſchaftlich mit Bonpland aus Amerika mitgebrachten Pflanzen Andern überlaſſen, und wenn er auch in früherer Zeit in der Flora Fribergensis die beſchreibende Botanik bereichert hat, ſo vermied er doch ſpäter derartige in's Einzelne gehende Arbeiten, um ſich mehr ſeiner Lieblingsbeſchäftigung, dem Aufſuchen allgemeiner Verhältniſſe widmen zu können.

Derjenige Theil der Botanik, der vor allen andern ſich der Aufmerkſamkeit Humboldt's erfreute, war die Pflanzengeographie, der Zweig der Gewächskunde, der ſich mit der Art und Weiſe der Vertheilung der Pflanzen beſchäftigt.

Es wäre eine rein überflüſſige Arbeit, nach demjenigen zu ſuchen, welcher zuerſt die Beobachtung machte, daß nicht jede Pflanze an jedem Orte gedeihe, denn dieſe Beobachtung geht ſoweit zurück in die Vorzeit, als die Menſchheit ſelbſt; anders iſt es dagegen mit der Frage, ſeit wann die Gelehrten ſich mit der Aufſuchung der Geſetze beſchäftigen, nach denen die Pflanzen vertheilt ſind, denn hier ſtellt es ſich heraus, daß wir dabei nicht ſehr weit zurückgreifen müſſen. Nehmen wir an, daß die wiſſenſchaftliche Botanik nicht weit über das vorige Jahrhundert zurückgeht, und fragen wir

nach der Hauptbeschäftigung der Botaniker dieses Säculums, so zeigt sich, daß die systematische Botanik weitaus die Oberhand hatte; doch unterließ schon Linné nicht, der Beschreibung seiner Pflanzen die Angabe ihres Wohnorts (habitatio), d. i. des Landes, in dem sie wachsen, sowie des Standortes (statio), der Oertlichkeit, welche sie sich in diesem Lande aussuchen, beizufügen, und veranlaßte so die Sammlung von Material, mit dessen Hülfe die Pflanzengeographie erst möglich wurde.

Zum erstenmale soll sich der Name Pflanzengeographie bei dem Abbé Giraud-Soulavie finden.[1] Link[2] machte auf die Abhängigkeit mancher Pflanzen vom Kalkboden aufmerksam. Auch Humboldt hat schon in der frühesten Zeit sich mit der Pflanzengeographie, oder wenn man will mit dem Samen dazu beschäftigt, was nachfolgende Stelle aus den Mineralogischen Beobachtungen, also seiner ersten selbständig veröffentlichten Arbeit beweist, die sich in S. 85 befindet und die des Interesses wegen hier einen Platz finden möge. Er sagt: „Ueberhaupt müssen die Gewächse, welche der Botaniker auf dieser oder jener Steinart findet, nicht unbemerkt bleiben. Lichen saxatilis, Lepra flava, L. viridis ist zwar den Steinen so gut eigen, als den Vegetabilien. Aber warum wurde Lichen calcareus noch eben so wenig auf einem Sandstein oder Granit, als Hydnum auriscalpium anders als auf Tannenzapfen, Lycoperdon equinum Willd. anders als auf einem Pferdehuf, Clavaria militaris anders als auf einer verlarvten Raupe gefunden? Jedem Stein ist gewiß nicht jede Pflanze zum Wohnort bestimmt. Die Natur folgt hier noch unerkannten Gesetzen, die nur dadurch erforscht werden können, daß die Botaniker mehr Data zur Induction darreichen." Auf diese Gedanken scheint das vorstehende Werk von Link nicht ohne Einfluß gewesen zu sein, wenigstens hat Humboldt dasselbe dort citirt.

Während 1790 in den Mineralogischen Beobachtungen nur von einer Verbindung der Oryktognosie mit der Phytologie die Rede ist, finden wir drei Jahre später in der Flora Fribergensis bereits eine Definition der Pflanzengeographie, in der Humboldt verschiedene Probleme aufzählt, die er dazu rechnet. Man liest nämlich in der Note zu S. IX des Prodromus: „Die Pflanzengeographie untersucht die Verbindungen und Verwandtschaften, vermittelst welcher alle Gewächse unter einander zusammenhängen, lehrt, welche Landstriche letztere inne haben, und welchen Einfluß sie auf

1) Géographie de la Nature 1780.
2) Florae Goettingensis specimen 1789.

die Luft ausüben, durch welche Pflanzen die Steine und Gebirgsarten zerstört werden, sowie in welcher Weise sich die Dammerde bilde."

Stromeyer[1] nennt Pflanzengeographie die Beantwortung der Frage, wie der ganze Pflanzenschatz heutzutage über die Erde verbreitet sei, und welche Gesetze diese Ausbreitung regeln, während er als Pflanzengeschichte die Untersuchung bezeichnet, ob die Vegetabilien stets wie jetzt vertheilt gewesen seien, und wenn nicht, in welchem Zustande sie sich früher befunden haben, was zu der Veränderung Veranlassung gewesen sei und was daraus folge.

Wenn wir nunmehr auch finden, daß am Beginne dieses Jahrhunderts die Pflanzengeographie als ein eigener Zweig der botanischen Wissenschaft bereits anerkannt war, so war im Wesen doch noch nicht sehr viel dafür geschehen, denn die Flora Fribergensis hält sich ihr ziemlich fern, wenn wir von den Untersuchungen über die Pflanzenrespiration u. s. w., die Humboldt noch zur Pflanzengeographie rechnete in den mit der Flora Fribergensis verbundenen Aphorismen, von denen bereits im ersten Abschnitte die Rede war, absehen, und Stromeyer gibt eher einen Plan, wie die Pflanzengeographie eingerichtet werden müsse, sowie ein Verzeichniß der Werke, deren Benutzung hiezu von Vortheil sein würde, als wirkliche Erfahrungen, beschäftigt sich also mehr mit dem Entwurfe als mit der Pflanzengeographie selbst.

Auch die von Humboldt 1807 veröffentlichten Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, welche sich auch im zweiten Bande der Ansichten der Natur finden, geben mehr ein poetisches als ein wissenschaftliches Bild von der Pflanzenvertheilung, und beschäftigen sich zunächst mit der Verschiedenheit des Eindruckes, den die in den einzelnen Gegenden anders vertheilten und gruppirten Gewächse auf das Auge des Beobachters machen. Humboldt gibt hier mehr das, was den Maler, als was den Botaniker interessirt.

Das erste Werk über die Pflanzengeographie, das sich über einfache Notizen erstreckt, ist Humboldt's Essai sur la géographie des plantes in der (nach obiger Anordnung) fünften Abtheilung des Reisewerks.

Hier sagt Humboldt von der Pflanzengeographie:[2] „Sie betrachtet die Gewächse nach dem Verhältnisse ihrer Vertheilung in den verschiedenen Klimaten. Fast gränzenlos, wie der Gegenstand, den sie behandelt, enthüllt sie unsern Augen die unermeßliche Pflanzendecke, welche bald dünner,

1) Historiae vegetabilium geographicae specimen 1800, p. 14.
2) S. 2 der deutschen Ausgabe.

bald dichter gewebt die allbelebende Natur über den nackten Erdkörper ausgebreitet hat. Sie verfolgt die Vegetation von den luftdünnen Höhen der ewigen Gletscher bis in die Tiefe des Meeres, oder in das Innere des Gesteins, wo in unterirdischen Höhlen Cryptogamen wohnen, die noch so unbekannt sind, als die Gewürme, welche sie nähren." Wie man sieht, gibt Humboldt unserm Gegenstande hier viel engere Gränzen als in der Flora Fribergensis, da nunmehr die verschiedenen Einwirkungen auf Luft und Gesteine weggelassen sind; doch bleibt auch in diesem Werke noch die Geschichte der Pflanzenwelt damit vereinigt.

Das Gebiet, innerhalb dessen wir nach Humboldt's Darstellung die Kinder Flora's vertheilt sehen, ist ein äußerst ausgebreitetes, denn fast gibt es keine Umstände, denen nicht die eine oder die andere Pflanze sich anzuschmiegen vermöchte, und wir sehen Gewächse von den beschneiten Höhen der Berge bis hinab in die Tiefen des Meeres, ja selbst die unterirdischen Höhlen sind noch von Pflanzen niederer Ordnung, von den Cryptogamen, bewohnt, und fast nur der ewige Schnee scheint ihrem Vordringen ein gebieterisches Halt zuzurufen.

Die einen Pflanzen wachsen einzeln und zerstreut, während andere nur in großer Anzahl bei einander stehend (gesellige Pflanzen, z. B. Heidekraut, Fichte) angetroffen werden, und so gewissen geselligen Thieren, wie den Ameisen und Bienen, entsprechen. Weitaus die Mehrzahl dieser geselligen Gewächse finden wir in der gemäßigten Zone, während zwischen den Wendekreisen, wenigstens in den dem Meeresniveau nahen Ebenen, keine Art den Boden für sich allein in Anspruch zu nehmen und die anderen zu verdrängen vermag.

Es gehört unter die Probleme der Pflanzengeographie, die Frage zu beantworten, ob es Pflanzen gebe, welche allen Himmelsstrichen eigen sind, d. i. in ihnen im wilden Zustande vorkommen, und Humboldt glaubt diese Frage nur für einige cryptogamische Gewächse bejahend beantworten zu können. „Dicranum scoparium, Polytrichum commune, Verrucaria sanguinea und Verrucaria limitata Scopoli," sagt er[1], „wachsen unter allen Breiten, in Europa wie unter dem Aequator, auf dem Rücken hoher Gebirge wie an den Meeresküsten überall, wo sie Schatten und Feuchtigkeit finden." Dagegen ist unter allen Phanerogamen, die Humboldt und Bonpland in Amerika sammelten, nicht eine einzige, welche diesem Continente und Europa gemeinschaftlich wäre. Nichtsdestoweniger finden sich in Amerika solche Gewächse, die erst aus andern Welttheilen dahin übersiedelten und umge-

1) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen 10.

kehrt, denn auch die Pflanzen können wandern. Dieses geschieht zwar nicht in derselben Weise wie bei den Thieren, denn während letztere, wenigstens die höher organisirten, ihre Heimath erst verlassen, wenn sie dort zu einem höheren Grade ihrer körperlichen Ausbildung gelangt sind, machen die Vegetabilien ihre Reisen zumeist im Zustande des Samens. Verschiedene Einrichtungen des Samenkorns, wie Federkronen, Luftbälge u. s. w., machen sie hiezu geschickt und Winde, Meeresströme und Vögel sind die Vermittler der Ortsveränderung. Einen sehr großen Einfluß übt der Mensch aus, denn er führt eine große Zahl von Pflanzen, theils absichtlich, theils ohne es zu wissen, mit sich herum. Sowie der Nomade sich irgendwo dauerhaft niederläßt, so sammelt er Pflanzen um sich, um sich ihrer zu gelegener Zeit zu bedienen, in noch höherem Grade findet dieses Ansammeln von Pflanzen natürlich bei dem civilisirten Menschen, der größern Mannichfaltigkeit seiner Bedürfnisse wegen, statt, und ein Volksstamm, der sich irgendwo häuslich niederlassen will, bringt in der Regel auch seine Culturpflanzen in die neue Heimath, wie ihn auch seine Hausthiere begleiten. „So folgte", sagt Humboldt[1], „in Europa die Weinrebe den Griechen, das Korn den Römern, die Baumwolle den Arabern, und im neuen Continente haben die Tolteken aus unbekannten nordischen Ländern über den Gilastrom einbrechend den Mais über Mexico und die südlichen Länder verbreitet."

„Kartoffeln und Quinoa findet man überall, wo die Gebirgsbewohner des alten Condinamarca durchgezogen sind. Die Wanderungen dieser eßbaren Pflanzen sind gewiß, aber ihr erstes und ursprüngliches Vaterland bleibt uns ein eben so räthselhaftes Problem, als das Vaterland der verschiedenen Menschenracen, die wir schon in den frühesten Epochen, zu welchen Völkersagen aufsteigen, fast über den ganzen Erdboden verbreitet finden. Südlich und östlich vom caspischen Meere, am Ufer des Oxus und in den Thälern von Kurdistan, dessen Berge mit ewigem Schnee bedeckt sind, findet man ganze Gebüsche von Citronen-, Granat-, Birn- und Kirschbäumen. Alle Obstsorten, welche unsere Gärten zieren, scheinen dort wild zu wachsen. Ich sage scheinen, denn ob dieß ihr ursprüngliches Vaterland sei, oder ob sie dort einst gepflegt, nachmals verwildert sind, bleibt um so ungewisser, als uralt die Cultur des Menschengeschlechtes und daher auch der Gartenbau in diesen Gegenden ist. Doch lehrt die Geschichte wenigstens, daß jene fruchtbaren Gefilde zwischen dem Euphrat und Indus, zwischen dem caspischen See und dem persischen Meerbusen, Europa die kostbarsten vegetabilischen

1) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen 17.

Producte geliefert haben. Persien hat uns den Nußbaum und die Pfirsiche, Armenien (das heutige Haikia) die Aprikose, Kleinasien den süßen Kirschbaum und die Kastanie, Syrien die Feige, die Granate, den Oel- und Maulbeerbaum geschenkt. Zu Cato's Zeiten kannten die Römer weder süße Kirschen noch Pfirsiche, noch Maulbeerbäume. Hesiod und Homer erwähnen schon des Oelbaums, der in Griechenland und auf den Inseln des ägäischen Meeres cultivirt wurde. Unter Tarquin dem Alten existirte kein Stamm desselben, weder in Italien, noch in Spanien, noch in Afrika. Unter dem Consulate des Appius Claudius war das Oel in Rom noch sehr theuer, aber zu Plinius' Zeiten sehen wir den Oelbaum schon nach Frankreich und Spanien verpflanzt."

„Die Weinrebe, welche wir cultiviren, scheint Europa fremd zu sein. Sie wächst wild an den Küsten des caspischen Meeres, in Armenien und Karamanien. Von Asien wanderte sie nach Griechenland, von Griechenland nach Sicilien. Phocäer brachten den Weinstock nach dem südlichen Frankreich, Römer pflanzten ihn an die Ufer des Rheins und der Donau. Auch die Vitisarten, welche man wild in Neumexico und Canada findet, und welche dem zuerst von Normännern entdeckten Theile von Amerika den Namen Wineland verschafften, sind von der jetzt über Pensylvanien, Mexico, Peru und Chili verbreiteten Vitis vinifera specifisch verschieden."

„Ein Kirschbaum, mit reichen Früchen beladen, schmückte den Triumph des Lucullus. Die Bewohner Italiens sahen damals zuerst dieses asiatische Product, welches der Dictator nach seinem Siege über den Mithridates aus dem Pontus mitbrachte. Schon ein Jahrhundert später waren Kirschen gemein in Frankreich, in England und Deutschland."

Diese Thatsachen, welche Humboldt veröffentlichte, sind, wie überhaupt die Grundzüge des ganzen Gebäudes, in eine große Zahl von Werken über Pflanzengeographie und Pflanzengeschichte übergegangen, und sie sind hier zum Theil darum angeführt, um dem Leser des einen oder andern Buches einen alten Bekannten vorzuführen. Die Zahl der Pflanzen, deren Züge sich nachweisen lassen, ist seitdem beträchtlich gestiegen, und namentlich verdanken wir Unger[1] eine große Bereicherung unseres Wissens in dieser Beziehung.

Die Reisen, welche gewisse Pflanzen in Begleitung des Menschen machten, sind auch insofern interessant, als sie möglicherweise zur Aufhellung dunkler Parthien aus der Geschichte der Menschheit dienen können, denn ein Gewächs, das da- oder dorthin geführt wurde, bleibt möglicherweise zurück,

1) Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. Wien, 1852.

und wenn von der Reise des Menschen keine andere Spur mehr vorhanden ist, so deuten die Nachkommen des Gewächses, die nun auf eigene Faust im fremden Lande fortleben, d. h. verwildert sind, auf seine frühere Anwesenheit. Allerdings können derartige Thatsachen nicht leicht zu sichern Beweisen dienen, denn es ist eine bisher bei vielen Pflanzen noch unüberwundene Schwierigkeit, zu entscheiden, ob eine gegebene Form an dem Fundorte zu Hause ist, wild wächst, oder ob sie dort nur verwildert ist, sie können sich aber dazu eignen, andere Gründe zu unterstützen. Dieser Schwierigkeit begegnen wir besonders bei Untersuchung des Vaterlandes derjenigen Gewächse, die vor allen andern als die Hausgenossen des kaukasischen und mongolischen Stammes betrachtet werden müssen, der Cerealien, und gerade bei ihnen könnte, da sie am längsten bei ihm leben, ein Aufschluß über die Wiege unseres Geschlechtes erwartet werden. Sonderbarerweise wiederholt sich dieselbe Erscheinung auch bei den Culturpflanzen der übrigen Völker, denn auch diese besitzen in dem Pisang, dem Melonenbaume, der Cocospalme, der Kartoffel u. s. w. Gewächse, die über weite Länder verbreitet, neben dem Menschen wohnen, aber nirgends in einem Zustande getroffen werden, daß man mit Bestimmtheit sagen könnte, sie seien hier wild und nicht verwildert.

Wenn nur wenige und noch dazu untergeordnete Pflanzen unter allen Himmelsstrichen und auch da nicht an allen Localitäten zu gedeihen vermögen, so muß offenbar die Flora von dem einen Lande zum andern sich ändern und der Gesammteindruck, den die Gewächse einer Gegend auf den Beschauer machen, muß sich daher von Land zu Land verändern. Es gibt nunmehr Formen, welche besonders geeignet sind, der Flora einen bestimmten Stempel aufzudrücken, und als solche gibt Humboldt nachstehende 17 an:

1) Bananenform: Pisanggewächse, Musa, Heliconia, Strelitzia;
2) Palmenform;
3) Form der baumartigen Farrenkräuter;
4) Aloeform: Agave, Aloe, Yucca, einige Euphorbien, Pourretia;
5) Pothosform: Arum, Pothos, Dracontium;
6) Form der Nadelhölzer: alle Folia acerosa, Pinus, Taxus, Cupressus, einige Proteen, selbst Banksien, Ericaarten und die ungefiederten neuholländischen Mimosen gränzen an die Pinusform;
7) Form der Orchideen: Epidendrum, Serapias, Orchis;
8) Mimosenform: Mimosa, Gleditschia, Tamarindus, Porlieria;
9) Malvenform: Sterculia, Hibiscus, Ochroma, Cavanillesia;
10) Rebenform: Lianen, Vitis, Paullinia, Clematis, Mutisia;

11) Lilienform: Pancratium, Fritillaria, Iris;
12) Cactusform: die Cerei;
13) Casuarinenform: Casuarina, Equisetum;
14) Gras- und Schilfform;
15) Form der Laubmooſe;
16) Form der Blätterflechten;
17) Form der Hutſchämme[1].

Die Phyſiognomie der Vegetation hat nach Humboldt[2] unter dem Aequator im Ganzen mehr Größe, Majeſtät und Manchfaltigkeit, als in der gemäßigten Zone. Der Wachsglanz der Blätter iſt dort ſchöner, das Gewebe des Parenchyma lockerer, zarter und ſaftvoller. Koloſſale Bäume prangen dort ewig mit größeren, vielfarbigeren, duftenderen Blumen, als bei uns niedrige, krautartige Stauden. Alte durch Licht verkohlte Stämme ſind mit dem friſchen Laube der Paullinien, mit Pothos und mit Orchideen gekränzt, deren Blüthe oft die Geſtalt und das Gefieder der Colibri nachahmt, welchen ſie den Honig darbietet. Dagegen entbehren die Tropen faſt ganz das zarte Grün der weiten Grasfluren und Wieſen. Ihre Bewohner kennen nicht das wohlthätige Gefühl des im Frühling wiedererwachenden, ſich ſchnell entwickelnden Pflanzenlebens. Die ſorgſame Natur hat jedem Erdſtriche eigene Vorzüge verliehen.

Die vegetabiliſche Fiber, bald dichter, bald lockerer gewebt; Gefäße, ausgedehnt und vom Saft ſtrotzend oder früh verengt und zu knorriger Holzmaſſe erhärtet, größere oder geringere Intenſität der Farbe, nach Maßgabe des Desoxydationsproceſſes, welchen der reizende Lichtſtrahl erregt: dieſe und ähnliche Verhältniſſe beſtimmen den Charakter der Vegetation. Der Charakter der Flora eines Landſtriches iſt wie die Wärme, nicht nur von der geographiſchen Länge und Breite, ſondern auch von der Höhe abhängig, und mit dieſer wechſeln auch die Pflanzen. Humboldt hat auf ſeiner Reiſe in Amerika Höhen bereiſt, wie kein Naturforſcher vor ihm, und ſeine botaniſchen Sammlungen gewinnen noch beſonders darum an Werth, weil bei vielen Hunderten von Exemplaren auch zugleich die Höhe angegeben iſt,

---

1) In den Ideen zu einer Phyſiognomik der Gewächſe finden wir folgende 17 Formen angegeben: 1) Palmen, 2) Bananen, 3) Malven, 4) Mimoſen, 5) Heidekräuter, 6) Cactus, 7) Orchideen, 8) Caſuarinen, 9) Nadelhölzer, 10) Arum- oder Pothosgewächſe, 11) Lianen, 12) Aloen, 13) Gräſer, 14) Lilien, 15) Weiden, 16) Myrthen, 17) Melaſtomen und Lorbeer.

2) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen. 30.

in der sie sich finden. Man würde ein ganz falsches Bild von dem Vegetationscharakter eines Landes bekommen, wollte man alle in den verschiedensten Höhen wachsenden Pflanzen bunt durcheinander werfen, wie es auch fehlerhaft wäre, die in einer und derselben Höhe vorkommenden Gewächse zu vereinen, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, ob man sie im Schatten eines Waldes, in einem wasserreichen, sumpfigen Landstriche oder auf einer trockenen sonnverbrannten Ebene gefunden habe.

Die Erfahrung, daß auf der Höhe der Berge andere Pflanzen wachsen als im Niveau des Meeres, ist keine Entdeckung Humboldt's, denn sie ist schon uralt; aber was bei ihm neu ist, das ist die Bestimmung der Art und Weise, wie diese Veränderung vor sich gehe, die Untersuchung, wie die Pflanzen mit einander abwechseln, welches die Höhen seien, innerhalb deren diese oder jene Form sich halte, die Größe der Zone, die sie umfaßt, das hat Keiner vor Humboldt in solcher Allgemeinheit und mit so vielen Belegen und eigenen Messungen zu Stande gebracht. Diesem Gegenstande hat Humboldt vorzugsweise in der botanischen Section des Naturgemäldes der Tropenwelt, welches die zweite Parthie der obigen fünften Abtheilung des Reisewerkes bildet, und von dem bereits im Vorhergehenden wiederholt die Rede war, seine Aufmerksamkeit zugewandt.

Er war ein Meister in der Art, naturwissenschaftliche Gegenstände graphisch darzustellen, ihm haben wir außer den Isothermen noch eine Darstellung der Tropenwelt zu verdanken, die in einer großen Tafel obigem Werke beigefügt ist. Diese Tafel zeigt einen Verticaldurchschnitt des Chimborazo und Cotopaxi und zeigt in den verschiedenen Höhen, die einem nebenstehenden Maßstabe entsprechen, die Namen der jeweiligen charakteristischen Pflanzen, so daß es gelingt, über die Art der Formenvertheilung in jener Gegend von den Meerespflanzen bis zu den höchsten Alpengewächsen einen Ueberblick zu erhalten. Es gibt jedoch diese Abbildung nicht allein eine Darstellung der Pflanzenvertheilung; man möchte fast zu dem Ausspruche versucht sein, es sei nicht ein Strich auf dem ganzen Bilde, der nicht eine der Natur abgelauschte Bedeutung hätte. So entsprechen die Contouren der Bergdarstellung der Gestalt jener Gipfel, ihre Höhe, die Höhe der Wolken, des ewigen Schnees den Beobachtungen, ja sogar die Höhe der Rauchmasse, die dem Cotopaxi entquillt, sind genau der Natur angepaßt. Die am Rande des Bildes befindliche Tabelle enthält die Angaben der Aenderungen, die mit wachsender Höhe in den verschiedenen, von Humboldt beobachteten Erscheinungen eintreten, und die Tafel gibt daher nicht nur über Pflanzen, sondern auch über Thiere, Wärme, Trockenheit der Luft, kurz über die ver-

schiedensten Gegenstände Auskunft; sie ist daher im vollen Sinne des Wortes ein Naturgemälde.

Durch die Darstellung der Pflanzenvertheilung in den Tropen, der Humboldt eine Vergleichung mit der gemäßigten und der kalten Zone beifügte, hat unser Gelehrter den Grund zu der Pflanzengeographie gelegt, bei der es sich ja auch um die Feststellung des Vegetationscharakters der verschiedenen Localitäten handelt. Humboldt hat die vorher auseinandergerissenen Stücke dieses Gegenstandes vereinigt, die Bausteine gesammelt und den Grund zu einem neuen Hause gelegt. Seiner Fahne folgten die Botaniker alsbald, und die Pflanzengeographie hat darum seit Humboldt's erstem Werke eine hohe Ausbildung erlangt, so daß es ihm noch gegönnt war, den Baum, den sein Genius gepflanzt, in voller Blüthe zu sehen.

Während er in seinen Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse und auch in den Ideen zu einer Geographie der Pflanzen sich mehr mit den allgemeinen Eindrücken befaßt, welche die Flora eines Landes auf den Beobachter macht, sehen wir ihn in seinem Buche: De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium prolegomena[1] mehr in das Specielle des Gegenstandes eingehen. Wir finden hier eine Darstellung der Vertheilung der Pflanzen über die Erde, wie sie sich nach den bis 1817 bekannten Forschungen der verschiedenen Botaniker ergeben hatte. Von wildwachsenden Pflanzen kannte man damals in Island 350, Lappland 500, Aegypten 1000, Nordwestafrika 1600, Deutschland über 2000, Frankreich, Savoyen, Piemont und Belgien 3700 wildwachsende Phanerogamen, während die bekannte Flora von Nordamerika nur 2900 Arten umfaßte. Innerhalb der Tropen war kein Land, dessen Pflanzen man alle kannte. Humboldt nimmt als wahrscheinliches Endresultat an, daß die Zahl der auf einem gleich großen Areal wildwachsenden Arten in den Breiten 0°, 45° und 68° sich wie 12 zu 4 zu 1 verhalte, während die mittlere Wärme 27°,5, 13° und 0°,2, die mittlere Sommerwärme 28°, 21° und 12° beträgt.

Die Manchfaltigkeit der Formen nimmt daher gegen die Pole zu ab und darum muß auch die Menge der einen großen Platz für sich allein beanspruchenden geselligen Arten größer werden. Die Zahl der bis dahin beschriebenen oder in Herbarien aufbewahrten Pflanzen schätzt Humboldt zu

---

1) Die Abhandlung: Sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes végétales in den Annal. ch. phys. I. 1816 ist im Wesentlichen ein Auszug dieser Arbeit.

44000, wovon 6000 Agamen, 38000 Phanerogamen. Letztere gibt er als in folgender Weise vertheilt an: Europa 7000, gemäßigtes Asien 1500, tropisches Asien mit seinen Inseln 4500, Afrika 3000, gemäßigtes Amerika beider Halbkugeln 4000, tropisches Amerika 13000, Neuholland und Polynesien 5000.

Nach Vergleichung der verschiedenen Pflanzenverzeichnisse schließt Humboldt, daß die Monocotyledonen in den Tropen nicht ganz den sechsten, in der gemäßigten Zone (zwischen 36° und 52°) den vierten, gegen den Polarkreis hin den dritten Theil sämmtlicher Phanerogamen ausmachen. Gemeinschaftlich mit Bonpland hatte er zwischen den Wendekreisen der neuen Welt 3880 mit Blüthe und Frucht versehene Phanerogamen gefunden, unter denen 654 Monocotyledonen und 3226 Dicotyledonen waren.

In Deutschland ist das Verhältniß der Monocotyledonen zu den sämmtlichen Phanerogamen 1 : 4 1/2, in Frankreich 1 : 4 2/5, in Nordamerika ist es zwischen 30° und 46° nahezu dasselbe und ebenso in dem gemäßigten Theile von Neuholland; aber in Island und Lappland vermindern sich die Dicotyledonen so, daß sich die Monocotyledonen zu der Gesammtzahl von Phanerogamen verhalten wie 1 : 3 und 1 : 3 1/10.

Die gefäßlosen Agamen (Schwämme, Moose u. s. w.) schätzte Humboldt nach Decandolle's Vorgang in den dem Polarkreise nahen Ländern als den Phanerogamen gleich oder etwas überlegen, während sie in Frankreich etwa die Hälfte, in den Tropenländern ungefähr ein Fünftheil derselben ausmachen. Die Agamen mit Gefäßen (Farrenkräuter u. s. w.) in der kalten, gemäßigten und heißen Zone verhalten sich wie 1 : 2 : 5, wenn aber auch gegen den Pol hin ihre absolute Zahl abnimmt, so wird doch ihr Verhältniß zu den Phanerogamen größer, denn sie betragen in Frankreich 1/72, in Deutschland 1/48, in Lappland 1/26 derselben. Es müssen darum die Phanerogamen gegen die Pole hin noch rascher abnehmen, als die Agamen, und die Abnahme ist vorzugsweise auf die einjährigen Pflanzen zu rechnen, welche ganz besonders Eigenthum der gemäßigten Zone sind.

Der Bruch, welchen man erhält, wenn man die Zahl der Arten, die eine Familie in einer Gegend vertreten, durch die Gesammtzahl der dortigen Arten dividirt, wird bald größer, wenn man sich vom Pole dem Aequator nähert, bald kleiner; manchmal aber erreicht die Zahl ihr Maximum in der gemäßigten Zone und nimmt nach Süd und Nord ab.

Dieses Verhältniß hat Humboldt in nachstehender Tabelle zusammengefaßt, aus der sich leicht erkennen läßt, daß die einen Pflanzen in der Flora der Tropen stärker vertreten sind, die andern in der gemäßigten Zone,

andere unter dem Polarkreise. Die Zahlen der Tabelle geben nur das Verhältniß der Summe der Glieder einer Familie zu den übrigen Arten des Landes; es kann daher, wie bereits bemerkt, die absolute Zahl von Arten einer Familie gegen den Pol abnehmen und dennoch der Werth des Bruches wachsen, wenn die Arten der andern Familien sich noch schneller verringern, doch sind einige, wie z. B. die Kreuzblüthigen (Rettich, Rübe u. s. w.) und die Doldengewächse (Schierling) in den heißen Ländern in der Ebene so gut wie gar nicht vertreten, also auch absolut in geringerer Zahl vorkommend.

Klasse oder Familie.	Verhältniß der Klasse oder Familie zur Gesammtzahl der in der Ebene vorkommenden Phanerogamen.			Bemerkungen.
	Tropenzone (Mittlere Wärme 27°)	Gemäßigte Zone (Mittlere Wärme 10°—14°)	Kalte Zone (Mittlere Wärme 0°—1°)	
Zellenpflanzen	1 : 5	1 : 2	1 : 1	Schwämme, Flechten und Moose
Farrenkräuter		1 : 60	1 : 25	Deutschland 1/48 Frankreich 1/73
Monocotyledonen	1 : 6	1 : 4	1 : 3	
Cyperoideen	1 : 60	1 : 30	1 : 9	
Gräser	1 : 15	1 : 12	1 : 10	
Junceen	1 : 400	1 : 90	1 : 25	Nordamerika 1/150 Frankreich 1/86
Spelzblüthige (die 3 vorhergehenden Familien)	1 : 11	1 : 8	1 : 4	
Lippenblumen	1 : 40	1 : 25	1 : 70	Nordamerika 1/40 Frankreich 1/21
Ericeen u. Rhodobendren	1 : 130	1 : 100	1 : 25	Nordamerika 1/36 Frankreich 1/125
Compositen	1 : 6	1 : 8	1 : 13	
Rubiaceen	1 : 29	1 : 60	1 : 80	Frankreich 1/73 Deutschland 1/70
Doldenpflanzen	1 : 2000	1 : 30	1 : 60	Nordamerika 1/57 Frankreich 1/34
Kreuzblüthige	1 : 3000	1 : 18	1 : 24	Nordamerika 1/62 Frankreich 1/19
Malven	1 : 50	1 : 200	0	Nordamerika 1/125 Frankreich 1/145 Deutschland 1/235
Hülsengewächse	1 : 12	1 : 18	1 : 35	
Euphorbien	1 : 35	1 : 80	1 : 500	
Amentaceen mit Ausschl. der Casuarien	1 : 800	1 : 45	1 : 20	

Die Vergleichung der gemäßigten Zone in der neuen und alten Welt zeigt einen größeren Reichthum der ersteren an Bäumen. Amerika hat 137 Baumarten, Europa 45, der Osten der alten Welt dagegen ist wieder reicher, doch scheint die Zahl der gesammten Phanerogamen darum nicht größer zu sein. Amerika ist reicher an Compositen, Ericeen, Rhododendren, Kätzchenträgern, Coniferen (Nadelhölzern) und Malven, dagegen ärmer an Doldengewächsen, Lippenblumen, Nelken und Kreuzblüthigen. Die gemäßigte Zone der südlichen Halbkugel unterscheidet sich von der nördlichen vorzugsweise dadurch, daß die baumartigen Gewächse der milderen Winter wegen weiter gegen den Pol vordringen als bei uns.

Unzweifelhaft gibt es Pflanzen, welche der gemäßigten Zone sowohl der alten als der neuen Welt ursprünglich angehören, wenn auch ein großer Theil der gegenwärtig beiden Continenten gemeinschaftlichen Gewächse erst aus dem einen in den andern verpflanzt worden sind. Auch die südliche gemäßigte Zone besitzt einige Pflanzen, die mit solchen der nördlichen identisch sind. Robert Brown fand das in der Schweiz wachsende Phleum alpinum an der magellanischen Meerenge, und Neuholland nährt nach demselben Forscher 45 europäische Phanerogamen, darunter die Hälfte Spelzblüthige.

Bei einem Vergleiche der Tropen der neuen Welt mit dem alten Continente muß man die Zellenpflanzen, die gefäßführenden Agamen, die Monocotyledonen und die Dicotyledonen unterscheiden. Auf den Berghöhen der Tropen wie der subtropischen Zone wachsen zahlreiche Pflanzen der ersten Abtheilung, die sich auch in den Gebirgen Europa's wiederfinden, dagegen ist die Zahl der den Tropen beider Continente gemeinsamen gefäßbesitzenden Agamen eine sehr spärliche, und Monocotyledonen finden sich in beiden Tropenländern zugleich nur etwa 20—24 Arten[1], darunter meistens spelzblüthige. Von den Dicotyledonen haben Humboldt und Bonpland im Innern des äquatorialen neuen Continents nicht eine einzige gefunden, die auch in der alten Welt vorkommt, wenn man von denen absieht, die erst nach Entdeckung Amerika's zufällig oder absichtlich eingeführt wurden. Die Gebirgsgegenden der Cordilleren, deren mittlere Jahreswärme der der europäischen Länder entspricht, haben ebenfalls Ranunkeln, Rhododendren u. s. w. und ihre Flora stellt ein Bild dar, das dem in Europa gefundenen ähnlich ist; aber eine genauere Untersuchung zeigt, daß alle diese Pflanzen den europäischen zwar verwandt, aber dennoch specifisch davon verschieden sind.

1) Hier ist das oben S. 216 ausgesprochene Resultat etwas modificirt.

Buffon hatte schon früher den Satz aufgestellt, daß von den Thieren der heißen Zone keines beiden Continenten gemeinsam sei und Humboldt, der für die Dicotyledonen auf dasselbe Resultat gekommen ist, schließt daraus, daß die Vertheilung der letzteren über die Erde der Thierverbreitung eher analog sei, als die der übrigen Gewächse.

Auf diese Vorbemerkungen läßt Humboldt eine Beschreibung der Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche folgen, deren Grundzüge bereits oben angegeben sind, weshalb ich mich nicht länger dabei aufhalten will, und hierauf kommt eine Darstellung der verschiedenen Zonen der Erde in Beziehung auf ihre physikalischen Eigenschaften sowie ein Verzeichniß der vorzüglichsten darin vorkommenden Gewächse. Wir finden hier eine Eintheilung in 3 Gebiete: heiße Zone, gemäßigte Zone und kalte Zone.

Das Detail dieser Beschreibung anzuführen, würde uns viel zu weit führen und es möge daher genügen, hier nur in Kürze das Resultat anzugeben, daß in den Ebenen der heißen Zone diejenigen Pflanzen wachsen, die zu ihrem Gedeihen die größte Wärme nothwendig haben. Gegen den Pol zu und in die Höhe hinauf ändert sich der Charakter der Vegetation in analoger Weise, so daß die Bewohner der Tropenländer, indem sie die Berge besteigen, nach und nach ein Bild aller Floren bekommen, die zwischen dem Aequator und den Polarländern in der Tiefe liegen. In der gemäßigten Zone wiederholt sich theilweise dasselbe Schauspiel, aber unten fangen die Pflanzen höherer Breiten an und die der kalten Zone werden früher erreicht. Das Bild ist hier nicht mehr vollständig, denn es fehlen die am Aequator in der Ebene wachsenden Pflanzen, und diese Wegnahme des untern Theiles des Bildes dauert fort, bis man in der kalten Zone die Repräsentanten derjenigen Pflanzen unten findet, die in den Tropen auf den höchsten Bergen leben. Als Belege dieser Darstellung bedient sich Humboldt für die Aequatorialgegenden Amerika's, Mexico's, für die gemäßigte Zone, Mitteleuropa's, für die kalte, Laplands; die übrigen Länder waren damals weniger bekannt. Zur Erläuterung gibt er eine bildliche der bereits erwähnten ähnliche Darstellung und eine Tabelle. In dem Bilde finden wir als Repräsentanten der Flora der heißen Zone den Chimborazo und den Popocatepetl in Mexico, für die gemäßigte Zone den Montblanc und den Montperdu in den Pyrenäen, für die kalte den Sulitelma in Lapland. Allemal sind diejenigen Höhen angegeben, in denen die eine oder die andere Pflanze zu gedeihen aufhört oder der ewige Schnee beginnt. Die Tabelle folgt nachstehend:

Schneegränze, Lufttemperatur, Baum- und Cerealiengränze.	Aequatorial-Zone.		Gemäßigte Zone.				Kalte Zone
	Breite 0°, Andes von Quito.	Breite 20°, Gebirge von Merico.	Kaukasus, Breite 42½° Nordabhang.	Pyrenäen, Breite 42½° Nordabhang.	Schweizer Alpen, Breite 45¾°—46° Nordabhang.	Südabhang.	Lapland, Breite 67⅔°.
Untere Schneegränze	2460t	2350t	1650t	1400t	1370t	1370t	550t
Mittlere Jahreswärme in dieser Höhe	1½°C			—3½° C	—4° C		—6° C
Mittlere Winterwärme in dieser Höhe	1⅓°				— 10°		— 20½°
Mittlere Auguſtwärme in dieser Höhe	1¾°				+6°		+9½°
Differenz zwiſchen Baum- und Schneegränze	660t	350t	650t	230t	450t	320t	300t
Baumgränze	1800t	2000t	1000t	1170t	920t	1050t	250t
Am höchſten ſteigende Bäume	Escallonia Alstonia	Pinus occidental.	Betula alba	Pin. rubr. Pin. uncin.	Pinus abies	Pinus larix	Betula alba
Am höchſten ſteigende Ericeen (Alpenkräuter)	Befarien (1600t)		Rhododendr. cauças. (1380t)		Rhododendr. ferrug. (1170t)		Rhododendr. laponic. (480t)
Differenz zwiſchen d. Schnee- und Getreidegränze . . .	860t		630t		700t		450t

Soll eine Pflanze gedeihen, so bedarf sie eine gewisse Quantität Wärme, und hat man diese Menge einmal bestimmt, so läßt sich aus dem Factum, daß das betreffende Gewächs an irgend einem Orte entwickelt gefunden wurde, darauf schließen, daß die gegebene Wärme daselbst zu finden sein müsse. Zunächst haben wir hier das Minimum von Wärme, welche die Pflanze genossen hat, doch gibt es viele Gewächse, worunter namentlich die der gemäßigten und kalten Zone vertreten sind, welche leiden, wenn die Temperatur eine gewisse Gränze überschreitet, und die Beobachtung der gedeihenden Pflanze gibt an, daß die Wärme der Luft sich zwischen den beiden Gränzen gehalten hat, welche auch von dem Gewächse inne gehalten werden. Hierbei kommen namentlich diejenigen Pflanzen in Betracht, die von der gemäßigten Zone nach jeder Richtung abnehmen. Man kann aber aus manchen Arten nicht nur die einfache Angabe erhalten, daß die mittlere Wärme sich zwischen bestimmten Gränzen bewegt hat; man kann auch auf die Extreme schließen. Einige Gewächse, worunter namentlich manche Bäume, sind sehr empfindlich gegen die Winterkälte, und die Beobachtung, daß sie in irgend einer Gegend vorkommen, lehrt, daß die Winterkälte dort nicht unter eine gewisse Gränze fällt. Kleinere Pflanzen, die im Winter unter dem Schnee begraben sind, deuten die Wintertemperatur nicht an; aber wenn sie gedeihen sollen, so muß die Wärme des Sommers eine gewisse Höhe erreichen, damit sie Früchte tragen und (bei einjährigen Pflanzen) den Samen reifen können; man schließt also aus dem Vorkommen dieser Vegetation auf die Sommertemperatur des Beobachtungsortes. Die Pflanze braucht übrigens, wenn man sie zu annähernden Temperaturmessungen benutzen will, nicht ein vollkommenes Gebilde mit reifen Früchten zu sein; schon Cotte[1], Wahlenberg[1] und Playfair[1] haben gezeigt, daß man auch andere Entwicklungsphasen benutzen könne. Erreicht ein Monat:

5°,5, so sieht man blühen den Pfirsichbaum (Amygdalus persica),
8°,2, = = = = den Pflaumenbaum (Prunus domestica),
11°,0, = = = Blätter treiben die Birke (Betula alba).

Die Gerste erfordert, um mit einigem Vortheil angebaut zu werden, 90 Tage hindurch eine Mitteltemperatur von 8°,5—9°. Diese Beziehungen zwischen Pflanzen und Wärme sind übrigens nicht allemal so zuverlässig, daß man die Gewächse für Thermometer ansehen könnte, denn man findet auch hin und wieder Ausnahmen. So z. B. hat Decandolle[2] die That-

1) Humboldt, Von den isothermen Linien. Kleinere Schriften 275.
2) Humboldt, Kleinere Schriften 310.

sache bekannt gemacht, daß im südlichen Frankreich der Mais bis in einer Höhe von 500 Toisen, die Rebe in 400 gebaut werde. Da nun in diesem Lande beide Pflanzen in der Ebene nur 5, beziehungsweise 4 Grade weiter gegen den Pol vorgehen, so würde daraus folgen, daß einer Erhebung von 500 Toisen eine Annäherung an den Pol von 5 Graden also je 100 Toisen ein Grad entspreche, was gegen das oben S. 165 angeführte Resultat ist, demzufolge 100 Meter Höhenzuwachs und 1 Grad Breitezunahme gleiche Wärmeabnahme haben. Humboldt glaubt, daß diese Erscheinung dadurch zu erklären sei, daß die Strahlen, welche direct auf eine Pflanze in einer Höhe treffen, in der sie noch wenig geschwächt sind, eine größere Wirkung ausüben, als wenn sie weiter in der Tiefe durch Wolken gemindert werden.

Unser Forscher suchte für mehrere Gewächse die Bedingungen auf, die ihnen zu ihrer Existenz nöthig sind. Sie sind nachstehend wiedergegeben.

Der Kakaobaum fordert feuchte Luft und oft bewölkten Himmel, die mittlere Jahreswärme muß 29°—23° (im geringsten Falle) sein.

Die Indigopflanze liefert das günstigste Resultat von 28°—25° mittl. Wärme, sie wird aber auch in 41°—43½° Breite und bei einer Wärme von 16°—14°,5 nicht ohne Erfolg gebaut.

Die Banane. Die Varietät mit großer gestreckter Frucht, welche bei den Colonisten von Spanisch-Amerika Platano-Harton heißt, und das Hauptnahrungsmittel der Einwohner des tropischen Amerika ausmacht, verlangt 28°—23° mittlere Jahreswärme und gibt in einer Höhe über 500 Toisen keine Frucht mehr, wenn die Wärme unter 20° sinkt. Die Cambari- (Banane) wird mit Erfolg zwischen den Tropen bis zu 900 Toisen, und in dem dem Wendekreise zunächstliegenden Theile der gemäßigten Zone bis zu einer Breite von 30°—35° und bei einer Wärme von 21°—19° angebaut.

Das Zuckerrohr gedeiht am üppigsten bei 28°—23° Jahreswärme, mit geringerem Erfolge in der gemäßigten Zone bis zu 35°—36½° Breite, wo die Wärme bis 20°—19°,5 sinkt. In den Bergen von Neugranada bei 590 Toisen Höhe und in Mexico bei 900' Toisen wird es noch von den Eingeborenen cultivirt.

Der Kaffeebaum, eine subalpine Pflanze, braucht 27°—18° Wärme; zwischen 0° und 10° gedeiht er am besten zwischen 200'—500' und bei 24°—21° Wärme, ausnahmsweise auch bei 1150' Höhe.

Die Baumwollenstaude erfordert 28°—20°. Die Species Gossypium herbaceum gedeiht auch in der gemäßigten Zone bis über 40° hinaus überall, wo die mittlere Jahreswärme nicht unter 18°—16°, die des Winters nicht unter 9°—8° und die des Sommers nicht unter 24°—23°

herabgeht. Zwiſchen den Wendekreiſen ſahen Humboldt und Bonpland den Baumwollenſtrauch bis zu 700' Höhe.

Die Dattelpalme gedeiht am beſten und trägt die ſüßeſten Früchte zwiſchen 29° und 33° n. B. der alten Welt bei einer Mittelwärme von 23°—21°. An Stellen, die vor dem Nordwind geſchützt ſind, gedeiht ſie bis zu 44° Breite bei Bordighiera an der Küſte von Toscana, wo die Jahreswärme wahrſcheinlich unter 17°,5 beträgt.

Die Citrusgattung verlangt, wenn ſie im Freien überwintern ſoll, eine Jahreswärme von nicht unter 17°. Der Citronen- und der Pomeranzenbaum widerſtehen noch einer Kälte von —7°,5, wenn ſie nur wenige Stunden dauert. Bei Monaco, San Remo und Nizza ſteigt die Orange bis 150 Toiſen.

Der Oelbaum liefert in unſerem Erdtheile den höchſten Ertrag zwiſchen 36° und 24° Br., wo die Jahreswärme 19°—14°,5, die Temperatur des kälteſten Monats nicht unter 5°,5, die des heißeſten nicht unter 22°—23° iſt. In Amerika haben wegen anderer Vertheilung der Monatswärmen in der Iſotherme von 14°,5 der kälteſte Monat 0°,5, der Winter 3°, was der Oelbaum nicht aushält, und während in Europa in der Ebene die Winter bis in 44½° Breite hinlänglich mild ſind, um den Oelbaum zu erhalten, reicht dieſer in Amerika kaum bis zu 34°.

Der Kaſtanienbaum braucht 9°,3 mittlere Jahreswärme, und ſteigt am Abhange der Schweizeralpen unter 46° Breite bis zu 400 Toiſen auf.

Die Rebe gibt in Europa einen ziemlich guten und trinkbaren Wein zwiſchen dem 36. und 48. Breitegrade überall, wo die mittlere Jahreswärme zwiſchen 17° und 10° beträgt, bei 9° bis 8°,7 auch noch dann, wenn die Wintertemperatur +1°, die Sommerwärme 19°—20° erreicht. Dieſe Bedingung kann in Weſteuropa in der Ebene bis zum 50. Grade erfüllt ſein, in Amerika nur bis zum 40., denn dort iſt unter der Iſotherme von 19° die Iſochimene —1°,5.

Die Cerealien (Weizen, Roggen, Gerſte, Hafer) werden mit Erfolg bis über die Iſotherme von —2° gebaut, wenn nur die Sommermonate 8°,5—9° erreichen. Man findet darum auch Getreide und Kartoffel bei Langöe in der Ebene unter 69½° und bei Munioniska in einer Höhe von 116 Toiſen unter 68°. Bei Edinburg wird der Weizen noch mit gutem Erfolge angebaut, wenn 7 Monate hindurch vom 20. März bis 20. October die mittlere Wärme 13° beträgt; ſie erreicht jedoch oft nur 10°5 und wenn ſie noch 2 Grade weiter ſinkt, reift auch das übrige Getreide nicht

mehr. In den Seealpen und in der Provence geht nach Decandolle der Roggen bis 1100 Toisen, der Weizen bis 900. In den Aequatorialländern kommen die europäischen Getreidearten nicht gut fort, und deshalb beginnt zwischen 0^0 und 10^0 Breite ihr Anbau in einer Höhe, wo er in Europa aufhört. Dennoch gedeiht aus noch nicht gehörig bekannten Ursachen bei Victoria in der Provinz Caracas der Weizen bei 270 Toisen Höhe, und im Innern von Cuba unter dem 23. Breitegrade bei Las Quatro Villas in einer wenig über dem Meere erhabenen Ebene.

Im Vorhergehenden gab ich an, daß Humboldt die nach Höhe und Breite verschiedenen Gegenden in Beziehung auf die jeweiligen Eigenthümlichkeiten ihrer Flora untersuchte. Jede Gegend hat ihren besondern Vegetationscharakter, der von den dort herrschenden meteorologischen Zuständen, von der geologischen Beschaffenheit u. s. w. abhängt. Wie man aber für verschiedene Zonen oder andere Gebiete die jeweiligen Eigenthümlichkeiten der Floren bestimmen und die numerischen Verhältnisse ihrer Glieder unter einander vergleichen kann, so muß es umgekehrt auch möglich sein, aus dem ganzen Pflanzenschatze eine Gattung oder Familie auszuheben und ihre Verbreitung über die Erde zu suchen, gewissermaßen das Verhalten zu studiren, das die Familie unter dem Einflusse dieser oder jener Gebirgsart, Witterung, Wärme u. s. w. beobachtet.

Nach dieser Richtung untersuchte Humboldt in den „Prolegomena" die Familien der Farren, die Lycopodien, Schachtelhalme und Characeen, die Pfeffergewächse, die Aroideen und Typhinen, die Gräser, die Palmen und die Orchideen. Auch in dem von Kunth bearbeiteten Theile des Reisewerkes sind der Beschreibung der einzelnen Familien ähnliche Darstellungen über ihre Verbreitung beigefügt.

Ueber die vorstehenden Werke Humboldt's ist in den Jahrbüchern der Gewächskunde, Berlin u. Leipzig 1818, I. 6 in der Form eines anonymen Briefes an Hofrath Schrader eine Recension erschienen, welche, wenn auch am Schlusse hervorgehoben wird, daß Humboldt gewissermassen als Schöpfer der Pflanzengeographie anzusehen sei, doch im Ganzen nicht als günstig angesehen werden kann, indem darin der Satz aufgestellt ist, daß, wenn auch die Humboldt'sche Arbeit außer manchen interessanten Ideen und Ansichten wichtige Beiträge zur Geographie der Pflanzen enthalte, doch nicht undeutlich daraus hervorgehe, daß diesem Gegenstande — vielleicht wegen überhäufter Arbeiten des Verfassers — weniger Aufmerksamkeit gewidmet worden sei, als es nach dem Interesse der Sache zu wünschen gewesen wäre.

Außer der Besprechung der Humboldt'schen Definition der Aufgabe der Pflanzengeographie, die dem Verfasser als zu groß erscheint, da er nur die Frage nach dem Vorkommen der Pflanzen in den verschiedenen Landstrichen durch dieselbe beantwortet wissen will, theilt derselbe das Werk Humboldt's in nachstehende 7 Abschnitte: 1) Die Anzahl sämmtlicher bis jetzt bekannten Pflanzen und ihre Vertheilung in den verschiedenen Welttheilen; 2) die klimatische Vertheilung einiger der wichtigsten Pflanzenfamilien; 3) der Unterschied zwischen dem gesellschaftlichen und einzelnen Vorkommen der Pflanzen; 4) ob und in wie weit beide große Continente gleiche Pflanzen erzeugen; 5) die Vergleichung der Temperatur in der alten und neuen Welt in verschiedenen geographischen Breiten; 6) Einfluß der Höhenverschiedenheit auf die Vegetation in verschiedenen Zonen; 7) Bestimmung desjenigen Klimas, welches einigen der wichtigsten cultivirten Pflanzen am zuträglichsten ist.

Die gegen Humboldt geltend gemachten Einwürfe beziehen sich vorzugsweise auf die Zählungen sowie auf die Brüche, welche das Verhältniß der Artenzahl einer Familie zu der der ganzen Flora einer Gegend angeben.

Alle Ziffern, wie sie im Vorhergehenden aufgeführt sind, können der Natur der Sache nach nur sehr ungenau sein, da man auch jetzt noch, und vor 40 Jahren natürlich noch viel mehr, weit davon entfernt ist, sämmtliche Pflanzen zu kennen, und namentlich sind jene Länder noch weit zurück, in denen die Botaniker nicht ihren Wohnsitz aufgeschlagen haben, sondern die sie nur auf Reisen durchwandern. Diejenigen Merkmale, welche vor allen anderen geeignet sind, irgend eine Pflanzenart von einer andern zu unterscheiden, sind die Blüthen und Früchte. Da nun die Pflanzen in ihren periodischen Vorgängen von den Jahreszeiten ihrer Heimath abhängig sind, und selbst unter den Tropen ein, wenn auch weniger scharf ausgeprägter, Jahreszeitenwechsel stattfindet, so sind die Zeiten der Blüthe und der Frucht der Gewächse auch dort an verschiedene Epochen gebunden. In unsern Erdstrichen hört in strengem Winter die Botanik im Freien auf, und der Botaniker hat eigentlich, wenn man von einigen wenigen untergeordneten Pflanzen absieht, nur einen Theil des Jahres etwas auf dem Felde zu thun. Während aber die eine Pflanze blüht, wenn sie kaum von der Schneedecke befreit ist, wartet eine andere so lange, daß sie fast wieder von dem neuen Schnee überrascht wird, und abgesehen davon, daß ein Reisender unmöglich die Standorte aller in einer Gegend wachsenden Pflanzen antreffen kann, würde er bei einem kürzeren Aufenthalte jedenfalls nicht alle in der Blüthe sehen. In den warmen Ländern erstreckt sich die Blüthezeit der verschiedenen

Pflanzen über das ganze Jahr, und bei den Schwierigkeiten des Botanisirens im Urwalde, von denen bereits bei der Darstellung der Reise Humboldt's die Rede war, muß sich jedem Menschen der Gedanke aufdrängen, daß wir unmöglich den ganzen Pflanzenschatz selbst auch nur der bereisten Erdstriche kennen können. Hiezu kommen aber noch Ungewißheiten, die von der Individualität der Botaniker selbst herrühren. Die Gesetze, denen zufolge man Arten und Gattungen der Gewächse von einander trennt, sind durchaus nicht so sicher, daß man jedesmal mit voller Bestimmtheit sagen könnte: diese oder jene Pflanze ist eine Art für sich, sie ist nicht etwa eine bloße Spielart einer andern bereits bekannten Form, hier muß eine neue Gattung, eine neue Familie eingeführt werden u. s. w. Je nachdem nun ein Botaniker mehr geneigt ist, zu trennen oder zu verbinden, wird er mehr, oder er wird weniger Arten, Gattungen u. s. w. bekommen, und da nicht ein einziger Botaniker den ganzen Pflanzenschatz, selbst wie wir ihn haben, bearbeiten kann, so muß nothwendig jede Zählung sich auf ein in seinen Theilen heterogenes Ganzes stützen, und ist darum immer Einwürfen ausgesetzt. Alle derartigen Arbeiten mußten damals, als Humboldt seine Prolegomena veröffentlichte, in der Art betrachtet werden, wie man es bei den Landkarten schon längst gewohnt ist; diese geben zuerst nur die allgemeinen Umrisse irgend einer Gegend und sind fehlerhaft in mancher Beziehung; allein nach und nach werden die Karten genauer und es wäre sehr unzweckmäßig, wenn wir eine Karte eines fremden Landes, etwa des Innern von Afrika, darum nicht beachten wollten, weil man gewiß weiß, daß sie an Genauigkeit der Zeichnung eines europäischen Landes weit nachsteht. Bei den vorstehenden Mängeln in der systematischen Botanik, dieser Grundlage der Geographie der Pflanzen, konnte man leicht an der Humboldt'schen Berechnungsweise allerlei auszusetzen finden. Die Einwürfe gegen Humboldt's Zählung der Pflanzenarten beruhen darauf, daß die verschiedenen Herbarien und Pflanzenverzeichnisse nicht genug in Anschlag gebracht und darum einzelne Gegenden eine zu geringe Anzahl von Pflanzenarten bekommen haben. So gab Humboldt ganz Afrika nur 3000 Pflanzenarten, während Thunberg's Prodromus Florae Capensis für das Caplands allein 2600 aufführt u. s. f. Ein paar andere Vorwürfe über Zu- und Abnahme der Pflanzen gegen Pol und Aequator sind, wie Humboldt in seinen spätern Schriften zeigt, darum unbegründet, weil der Recensent Humboldt's Sätze falsch verstanden hat. So sagt z. B. Ersterer S. 30: „Nach der Berechnung des Verfassers (Humboldt's) machen die Filices (Farrenkräuter) in Lapland 1/26, in Frankreich nur 1/73 (der Ge-

sammtflora) aus; woraus er dann den Schluß macht, daß Lapland oder die Polarzone diesen Pflanzen günstiger als Frankreich ist. Daß dieses Resultat aber nicht das wahre sei, ist schon deßhalb wahrscheinlich, weil die Farrenkräuter von den Wendecirkeln nach der gemäßigten Zone sich vermindern und weil in den Aequatorialgebirgen die Pflanzen dieser Familie in den höhern Regionen seltener werden. Noch deutlicher geht dieses aber daraus hervor, daß in Lapland von 19 Farrenkräutern höchstens 2 eigenthümlich sind, während in Frankreich sich eine verhältnißmäßig weit größere Zahl Farrenkräuter befindet, die nicht zugleich in Polargegenden vorkommen."

Dieser ganze Humboldt gemachte Einwurf beruht auf einem Irrthume des Recensenten, da letzterer hiebei übersehen hat, daß Humboldt nicht von der absoluten Zahl der Farrenkräuter, sondern von ihrem Verhältnisse zu den Phanerogamen spricht. Es können nämlich sowohl diese als auch die Farrenkräuter gegen die Pole hin an Zahl abnehmen, wenn aber diese Abnahme bei den Phanerogamen rascher geht, so wird der Bruch, der das Verhältniß der Farren zu diesen angibt, im hohen Norden einen größeren Werth erlangen. Humboldt zeigt diesen Unterschied durch ein sehr einfaches Beispiel.[1] Er weist darauf hin, daß auf der Insel Cuba mehr Neger sind, als auf Martinique, aber das Verhältniß der Schwarzen zu den Weißen ist dennoch auf der letzteren Insel viel größer, als auf Cuba, weil auf Martinique die weiße Race noch viel weniger vertreten ist.

In einem Punkte scheint Humboldt in seinem Bestreben zu generalisiren zu weit gegangen zu sein. Er glaubte nämlich, daß das Verhältniß der Arten einer Familie zu der Gesammtzahl der Arten in den verschiedenen Ländern gleichen Klimas nahezu dasselbe sein müsse, so daß man, ohne die Gesammtflora einer Gegend zu kennen, einzig und allein dadurch, daß man die Zahl der Arten einer einzigen größeren Familie kennt, einen Schluß auf die Zahl der unbekannten Pflanzen ziehen könne. Vergleicht man ein Paar einander nahe liegende Länder, wie z. B. Deutschland und Frankreich, so mag der Humboldt'sche Satz angehen; er gibt aber ein unrichtiges Resultat, wenn man weit von einander entfernte Gegenden zusammenhält. So z. B. ist die Familie der Eriken auf dem Cap der guten Hoffnung sehr zahlreich vertreten; man würde aber bedeutend fehlen, wenn man schließen wollte, dieses sei auch im südlichen Amerika und Neuholland der Fall.

In Nordamerika machen, wie aus der S. 224 befindlichen Tabelle

1) Sur les lois etc. in Dictionnaire des sciences naturelles XVIII. 427.

hervorgeht, die kreuzblüthigen Pflanzen nur $^1/_{62}$ der ganzen Flora aus, in Frankreich $^1/_{19}$; beide Brüche sollten nach Humboldt nahe gleich sein. Wenn übrigens der Satz Humboldt's nicht in aller Strenge durchzuführen ist, so kann man doch mit Hülfe der von ihm angegebenen Brüche einen ziemlich sichern Schluß auf die Flora irgend einer Gegend machen, die von einer andern durchforschten nicht allzuweit entfernt ist. So machen die Pflanzen mit Hülsenfrüchten in Frankreich $^1/_{16}$, in Deutschland $^1/_{18}$, um Berlin $^1/_{19}$ der ganzen Flora aus[1].

Kennt man daher die Zahl der Arten einer Familie irgend eines solchen Landstriches, so kann man alsbald auf die übrigen schließen, und man kann sagen, von dieser oder jener Familie müssen noch einige Arten in der Gegend vorkommen, wenn sie auch wegen mangelhafter Durchforschung noch nicht gefunden worden sind.

Humboldt hat außer der Veröffentlichung der Prolegomena noch beabsichtigt, ein größeres Werk über die Geographie der Pflanzen herauszugeben; von diesem Buche ist jedoch nur ein Fragment erschienen; es ist dieses der Artikel, Sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes végétales im Dictonnaire des scienc. nat. Bd. XVIII, und außerdem haben wir noch die Abhandlung mit dem gleichen Titel in den Ann. ch. phys. XVI. In beiden Abhandlungen beschäftigt er sich vorzugsweise mit der Feststellung des bestrittenen Gesetzes von der Regelmäßigkeit, welche man in den Brüchen findet, die das Verhältniß der Arten einer Familie zur Gesammtzahl angeben, und beweist, daß, wie ich bereits angegeben habe, die Einwürfe zum Theil auf einem Mißverstehen beruhen und zeigt in einer größeren Tabelle, wie bestimmt sich die Brüche ausdrücken lassen, wenn man eine Familie von dem Pole zum Aequator verfolgt. Die Einwendungen des Recensenten in den Berliner Jahrbüchern scheinen unsern Gelehrten zur Zuhülfenahme von Gruppirungssystemen (Systemes d'agroupement) veranlaßt zu haben, wodurch die Floren einzelner unter analogen thermischen Breiten befindlicher Länder von einander unabhängig werden, ohne daß er darum den bereits erwähnten allgemeinen Satz vollständig verließ. Er stellte als solche Systeme das des neuen Continents, Westafrika, Indien und Neuholland als bereits hinlänglich charakterisirt auf, und bemerkte, daß wie die Wärme in

1) Frankreich liegt etwas südlicher als Deutschland, und weil die Leguminosen gegen die Pole hin abnehmen, wird der Nenner des Bruches größer. Berlin liegt im nördlichen Deutschland, und darum ist auch hier der Nenner höher, als sein mittlerer Werth für ganz Deutschland.

gewissen Längen den höchsten Grad erreiche, so auch an bestimmten Orten die eine oder andere Familie ihre größte Entwicklung erlangen könne. Decandolle hat bereits im 18. Bande des Dictionnaire des sciences naturelles die gesammte Oberfläche des festen Landes auf der Erde in 20 der Vegetation nach von einander verschiedene Bezirke, Florenreiche, getheilt, und es ist nicht unmöglich, daß Humboldt unter seinen Gruppirungssystemen etwas Aehnliches verstanden hat. Es würden in diesem Falle die Florenreiche Decandolle's etwa solche Bezirke sein, in denen die die Arten der einzelnen Familien angebenden Zahlen dasselbe Gesetz befolgen, so daß man aus der Vertheilung der Arten der verschiedenen Familien auf einem kleinen Striche des Gebietes auf die der übrigen innerhalb desselben Gebietes schließen könnte. Doch hat Humboldt diesen Gedanken nicht strenge ausgesprochen.

Am Schlusse des Werkes Nova Genera et Species plantarum und der Synopsis theilte er die von ihm bereisten Länder in 6 Florenreiche: 1) Neuandalusien, Venezuela und Ebene von Neubarcelona; 2) Orinoco und Rio Negro; 3) Neugranada; 4) Quito; 5) die peruvianischen Andes von Caxamarca bis zum stillen Ocean; 6) Cuba. Jedes dieser Gebiete wird in den wesentlichsten Zügen nach seiner Ausdehnung, seiner Erhebung über das Meer, nach Klima und geognostischem Verhalten geschildert.

Den Grundcharakter der Eintheilung Humboldt's bezeichnet folgende Stelle des Kosmos (I. 376).

„Die Gruppirung und Association der Gewächsarten, welche wir Floren (Vegetationsgebiete) zu nennen gewohnt sind, scheint mir, nach dem, was ich von der Erde gesehen, keineswegs das Vorherrschen einzelner Familien so zu offenbaren, daß man berechtigt sein könnte, Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Scitamineen geographisch aufzustellen. Meine individuelle Ansicht bleibt in diesem Punkte abweichend von der Ansicht mehrerer der ausgezeichnetsten und mir befreundeten Botaniker Deutschlands. Der Charakter der Floren in den Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, vom europäischen Rußland und von Nordasien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ größeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in den viel complicirteren Verhältnissen des Zusammenlebens vieler Familien und der relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wiesen- und Steppenlande herrschen allerdings die Gramineen und Cyperaceen, in unsern nördlichen Wäldern die Zapfenbäume, Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieses Vorherrschen der Formen ist nur scheinbar und täuschend wegen

des Anblickes, den gesellige Pflanzen gewähren. Der Norden von Europa und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr den Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen, als die endlosen Llanos zwischen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwaldungen von Mexico. In dem Zusammenleben der Formen, die sich theilweise ersetzen, in ihrer relativen Menge und Gruppirung, liegt der Gesammteindruck von Fülle und Manchfaltigkeit oder von Armuth und Einförmigkeit der organischen Natur."

In demselben 18. Bande des Dictionnaire des sciences naturelles veröffentlichte Decandolle einen Essai élémentaire de Géographie botanique, der dem vorerwähnten Humboldt'schen Artikel unmittelbar vorausgeht, weßhalb er sich auch mit den in letzterem befindlichen Untersuchungen der Zahlenverhältnisse wenig befaßt, da er darauf hinweist. Er bezeichnet jedoch diese Arbeit, wenn sie soweit in's Detail eingeht, wie wir bei Humboldt sehen, mehr als eine Aufgabe der Zukunft, die an Material hiezu besser versehen sein werde, und beschränkt sich auf die Verhältnisse der großen Klassen der Acotyledonen, der Monocotyledonen und Dicotyledonen, dann die Vertheilung der baumartigen Gewächse. Er findet, wie Humboldt, daß die Dicotyledonen gegen den Pol hin rascher abnehmen, als die Monocotyledonen, und diese mehr als die Acotyledonen; die Zahl der baumartigen Gewächse beträgt nach ihm in Lapland $^1/_{100}$, in Frankreich $^1/_{80}$, in Guiana $^1/_5$ der ganzen Flora, was eine entschiedene Zunahme derselben gegen den Aequator hin ergibt.

Während Humboldt sich zunächst die Aufgabe gestellt hatte, die Zahlenverhältnisse der Pflanzen, oder, wie er es nennt, die botanische Arithmetik, zu untersuchen, finden wir bei Decandolle die mehr physiologische Seite in den Vordergrund gestellt: indem er die Wirkungen der verschiedenen äußern Agentien, Luft, Wasser, Boden u. s. w. auf die Gewächse prüft, eine Art und Weise der Behandlung, die wieder rückwärts auf die Vertheilung der Pflanzen führt, denn hat man die Bedingungen, welche zur Existenz, sei es einer Art, oder sei es einer Familie, nothwendig sind, so ergibt sich durch Vergleichung mit der Natur eines Ortes die Möglichkeit oder Unmöglichkeit ihres Vorkommens.

Seitdem Humboldt der Pflanzengeographie die Bahn gebrochen, sind wir in den Besitz einer großen Anzahl von Arbeiten gelangt, deren nächster Zweck die Beschreibung von kleineren Gebieten, größeren oder kleineren Landstrichen war; doch haben wir auch Werke, welche die geographische Verbreitung der Pflanzen auf der ganzen Erde betrachten, so die von

Schouw[1], Meyen[2] u. s. w., zu denen sich in neuerer Zeit das Werk des jüngeren Decandolle[3] gesellt hat. Von Humboldt haben wir keine größere Abhandlung weiter über die Pflanzengeographie, doch befinden sich einzelne Notizen in den verschiedenen Werken zerstreut. So bespricht er im 1. Bande der Asie centrale S. 376 die Frage, in welcher Länge auf dem europäisch-asiatischen Continente die europäische und die asiatische Flora sich begränzen. Gmelin hatte den Jenissei als Gränze festgestellt, auf deren Ostseite erst die asiatische Flora beginne. „Ich glaubte nicht eher in Asien zu sein," sagt er[4], „als bis ich den Jenissei erreicht hatte." Humboldt gibt ebenfalls an, daß die europäischen Pflanzen zwischen dem Ural und dem Jenissei vorherrschen, und daß der wirkliche asiatische Typus erst am letzteren beginne, doch scheint er nicht abgeneigt, aus den Umständen, daß er einen charakteristischen Repräsentanten der Baikalflora, das Rhododendron dauricum, im Altai gefunden hat, die Gränze etwas weiter nach Westen zu verlegen.

Zum letztenmale hat Humboldt die Pflanzengeographie in der 3. Aufl. der Ansichten der Natur (II. 108) besprochen. Er wiederholt hier im Allgemeinen die Sätze der arithmetischen Botanik; macht aber eine neue Anwendung davon, indem er auf die Gesammtheit der Pflanzenarten, die auf der Erde sind, Schlüsse zieht. Es beruhen diese auf einer Ausdehnung des Schlusses, daß man aus der bekannten Zahl der Arten einer Familie eines Landes auf die Menge der übrigen Gewächse schließen könne, auf die ganze Erde. Kennt man nämlich die Arten einer Familie und die Verhältnißzahl, in der letztere zur Gesammtflora steht, so ist das Resultat der Multiplication der Zahl sämmtlicher Gewächsarten gleich zu setzen. So schätzt er die Zahl der $^1/_{12}$ der ganzen Flora ausmachenden Compositen zu 12000 an, woraus sich für alle Pflanzen 144000 ergeben; doch ist er von diesem Resultate wenig befriedigt, da er die Anzahl der bisher bekannten Arten auf 160000—213000 anschlägt, und er nicht glaubt, daß schon die Hälfte derselben entdeckt sei; er hält daher dafür, daß auch die in Rede stehende Familie noch viele bisher unbekannte Arten habe. In gleicher Art behandelt, würden die bis jetzt beschriebenen Hülsengewächse (8068 . 21)

---

1) Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. A. d. Dän. Berlin, 1823.

2) Grundriß der Pflanzengeographie. Berlin, 1836.

3) Géographie botanique raisonnée. Paris, 1855.

4) Flora Sibirica, I. p. XLIV.

169400 Gewächsarten geben. Es passen übrigens beide Zahlen ziemlich zu der obigen von 160000 und man müßte also annehmen, daß von den genannten beiden Familien noch verhältnißmäßig ebensoviel fehlen, als von allen übrigen zusammen.

Ich muß übrigens hier daran erinnern, was ich bereits S. 234 gesagt habe. Auch in Decandolle's oben erwähnter Géographie botanique raisonnée finden wir einen meines Erachtens nicht zu vernachlässigenden Einwurf, der darauf beruht, daß nicht alle Arten von Pflanzen einen gleich großen Verbreitungsbezirk haben. „Man betrachte," sagt Decandolle (S. 1154) „Deutschland als aus 20 verschiedenen Ländern zusammengesetzt und setze die Hülsenfrüchte überall etwa zu $^1/_{12}$, die Polygoneen zu $^1/_{22}$, von den ersteren aber seien die Arten mehr local, die anderen aber weit verbreitet. In diesem Falle wird man für das ganze Deutschland ganz andere Zahlen bekommen."

Die botanische Arithmetik verliert daher an Zuverlässigkeit, wenn man von kleinen Gebieten auf größere schließt; sie ist aber zulässig, wenn man Gebiete von nahezu gleicher Größe zusammenhält; und in ihr haben wir jedenfalls ein ausgezeichnetes Mittel, in kurzen Zügen durch Angabe der Brüche ein Bild von der Flora einer Gegend zu geben.

Gesteine, Vulcane und Erdbeben.

Die Stein- oder Felsarten, welche die Grundlage des festen Theiles der Erdoberfläche ausmachen, zeigen unter einander, nicht nur rücksichtlich ihrer mineralogischen Bestandtheile, sondern auch in Beziehung auf die Art, wie sich die größeren Massen in kleinere zerlegen lassen, also in Beziehung auf ihre Theilungsstructur, manchfache Verschiedenheiten. So unterscheidet Vogt[1] die amorphe, die geschichtete, die schiefrige, die faserige und die unbestimmte Structur. Beschränken wir uns auf das Nothwendigste, so ergibt sich, daß wir vorzugsweise diejenigen Gesteine von den andern zu unterscheiden haben, welche die geschichtete Structur zeigen. Diese Gebilde werden durch zwei einander parallele Flächen begränzt, die im Verhältniß zu der

1) Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. 2. Aufl. I. 146.

Erstreckung einen sehr geringen Abstand von einander zeigen. Man nennt diese Massen Schichten, und die verschiedenen Schichten eines Berges oder Felsens lagern sich in einer Weise auf einander, daß sie den Blättern eines colossalen Buches nicht unähnlich werden. Oft sind die Schichten bedeutend mächtig (dick) und ihr Inneres so compact, daß man Handstücke daraus für Stücke eines vollkommen homogenen Steines nehmen würde, gewöhnlich läßt sich aber in der Disposition der einzelnen Gesteinstheile ein gewisser Parallelismus mit den Schichten wahrnehmen, der zuletzt so weit geht, daß die Schichten aus einzelnen dünnen Blättern zusammengesetzt sind, die parallel auf einander liegen. In diesem Falle bietet die geschichtete Structur Aehnlichkeit mit der schiefrigen, in der jedoch die Theilung der Blättchen eigentlich keine Gränze hat, und nur wegen zunehmender Zerbrechlichkeit der abgetrennten Blättchen endlich aufgegeben werden muß, während bei der Schichtung das Aufhören der Trennbarkeit wahrzunehmen ist. Bei der unbestimmten Structur springen die Steine ganz unregelmäßig in Blöcke von verschiedenartiger Form.

Die geschichteten Gesteine sind die Flötzgebirge oder Sedimentgesteine, die bereits S. 18 und 19 erwähnt wurden. Sowohl die Neptunisten als die Vulcanisten erklären ihre Entstehung aus in Wasser gebildeten Niederschlägen. Die im Wasser vorhandenen Stoffe lagerten sich am Boden ab, erhärteten da und treten jetzt nach Entfernung des flüssigen Elementes dem Menschen als Steine entgegen. Die Art, wie das Wasser wegkam, ist bereits oben angegeben.

Während die eben erwähnten beiden Schulen über den Ursprung der geschichteten Gesteine vollkommen einig waren, wichen ihre Ansichten ab, wenn es sich um die Theorie der Herkunft der nicht geschichteten handelte. Die Neptunisten setzten fest, die einen derselben, wie der Granit, seien der Krystallisationskern, das Gerüste der Erde, das aus dem Wasser zuerst zum Vorschein kam, einem andern Theile, wie dem Basalte, schrieben sie denselben Ursprung wie den Flötzgebirgen zu, und nur ein kleiner Theil war in Folge einer localen Einwirkung unterirdischen, durch Brand von Kohlenflötzen u. dgl. entstandenen Feuers, geschmolzen und bei später erfolgter Abkühlung erhärtet (eigentliche Laven). Nach der Ansicht der Vulcanisten sind nichtgeschichtete Gesteine solche, bei deren Bildung das unterirdische Feuer wenn nicht alles gethan, so doch in bedeutendem Maaße mitgewirkt hat.

Die geschichteten Gesteine liegen in verhältnißmäßig seltenen Fällen so, daß ihre Trennungsflächen horizontal sind; sie neigen sich im Allgemeinen

mehr oder weniger gegen den Horizont, wie wir es bei den Dächern der Häuser zu sehen gewohnt sind. Die Richtung der Linie, welche bei den Dächern der First einnimmt, heißt das Streichen der Schichte, während die Steilheit des Daches der Neigung der Schichte analog ist; doch muß dabei bemerkt werden, daß nicht wie bei den Hausdächern immer je zwei Seiten, die nach entgegengesetzten Seiten geneigt sind, zusammengehören; bei den Schichten ist sehr häufig nur eine einzige vorhanden. Man hat dann auf der einen Seite die Abdachung; auf der andern Seite bemerkt man die Enden (Köpfe) der verschiedenen über einander liegenden Schichten, wie man die Blätter oder die beiden Deckel eines Buches sieht, das man, während der Rücken auf dem Tische liegen bleibt, auf der Schnittseite in die Höhe hebt.

Bedenkt man, daß die nunmehrigen geschichteten Gesteine in früherer Zeit den Schlamm auf dem Boden eines Wasserreservoirs, zumeist des Meeres ausmachten, so ergibt sich alsbald, daß diese Ablagerung und folglich auch die Lage der Schichten nur so stattfinden konnte, daß deren obere Fläche horizontal war.

Bereits Nicolaus Steno (1669) hat auf diese Nothwendigkeit hingewiesen, und auch die Vulcanisten haben große Bedeutung hierauf gelegt, während der Vorkämpfer des Neptunismus, Werner, annahm, daß sich Schichten bis zu einer Neigung von 30° unmittelbar aus dem Wasser niederschlagen können, und daß, wenn je einmal stärker geneigte Schichten vorkommen, dieses von dem Einsturze ehemaliger Höhlen abzuleiten sei. Werner betrachtete also die größere Neigung der Schichten in gleicher Weise wie die Vulcane als etwas Locales. Hutton, und mit ihm die Vulcanisten, dagegen blieben darauf stehen, daß jede Schichte ursprünglich horizontal gewesen sein müsse, und erklärten die jetzige Neigung daraus, daß seit der Ablagerung von unten her ein Druck gewirkt haben müsse, der einen Theil der Schichte mehr hob als den andern. Werner nahm die Erde als fest, Hutton glaubte, sie sei innen flüssig, und diese letztere Annahme machte seine ganze Theorie den verschiedenen Beobachtungen gegenüber viel biegsamer, als es der krystallisirende Neptunismus sein konnte. Daß die Schichten früher horizontal gewesen seien, ist jetzt vollkommen erwiesen. Wenn man einen Rollstein irgend wohin wirft, so wird er auf seiner breitesten Seite liegen bleiben, und beobachtet man einen solchen Stein in irgend einer Schichte, so steckt er jedesmal so in derselben, daß seine breiteste Seite mit der Schichtenfläche parallel läuft. Als die Schichte noch Schlamm war, fiel der Stein hinein, und legte die breiteste Fläche horizontal und mit der nachträglichen Aenderung der Schichtenlage änderte sich auch die des Steines.

Die Neigung lehrt uns, daß an der Stelle, wo jetzt die Schichte aus dem Boden hervorragt, einmal ein Druck von unten her gewirkt haben müsse. Ein Theil der Erdkruste ist hier in die Höhe gehoben worden, und man sieht daher, ohne daß man lange gräbt, auf derjenigen Seite eines Berges, auf der die Schichtenköpfe sind, die Enden der verschiedenen Schichten, woraus sich dann ein Schluß auf die Zusammensetzung der Erdkruste ziehen läßt. Ist die gehobene Stelle nicht ein Berg, sondern eine größere Strecke Landes, so kann man, wenn man quer durch das Land reist, die einzelnen Schichtenköpfe beobachten. Es ist dieses ungefähr so vorzustellen, wie wenn man bei einem zur Hälfte geöffneten Buche, dessen Rücken auf dem Tische liegt, quer über den Schnitt hinginge, in welchem Falle man auch von einem Blatte zum andern gelangt. Wären die verschiedenen Blätter von verschiedener Farbe, so wäre es möglich, aus dem Farbenwechsel am Schnitte auf die Zusammensetzung des Buches einen Schluß zu ziehen, und wenn man quer durch ein geeignetes Land reist, bekommt man ein Bild, wie der Boden zusammengesetzt ist, ohne daß man auch das geringste Loch gemacht hätte. Nicht jedes Land eignet sich jedoch in gleicher Weise zu derartigen Beobachtungen; die Hebungsrichtungen haben sich mitunter gekreuzt, d. h. es haben Verwerfungen stattgefunden. Ausgezeichnet günstig hiefür ist England; dort wird man, wenn man von Ost nach Westen geht, die größte Regelmäßigkeit in der Schichtenänderung gewahr, so daß man, je weiter man westwärts kommt, immer wieder auf Schichten kommt, die im Osten weit unter der Oberfläche liegen. Diese Einfachheit der Gestaltung ist auch die Ursache, warum diese Verhältnisse zuerst in England wahrgenommen wurden. Bei den Alpen wie bei den meisten Gebirgen hat, wenn man von den verschiedenen Verwerfungen absieht, die Hebung in der Mitte gewirkt und man kommt auf verschiedene Schichten, wenn man sich dem Kamme nähert, jenseits dessen (also bei nun zunehmender Entfernung von ihm) die umgekehrte Reihenfolge beobachtet wird. In der Mitte ist das, was in die Höhe geschoben hat, — ungeschichtetes Gestein. — Die Schichten sind so geneigt, daß sie von dem Kamme weg abdachen, sie würden ein vollständiges (mit zwei Seiten versehenes) Dach darstellen, wenn man die entsprechenden Schichten auf beiden Seiten so verlängert dächte, daß sie sich (also über dem Kamme) schneiden. Doch gibt es dabei auch vielfache, von Kreuzungen der Hebungsrichtungen u. s. w. herrührende Verwerfungen.

Die Berge sind steil, wo die Schichtenköpfe sind, also auf der Seite des Kammes, sanfter abdachend auf der andern Seite. Das Streichen der Schichten ist von großer Bedeutung für die Bestimmung des Ortes, an

welchem die Hebung stattgefunden hat; noch mehr aber als das Streichen ist die Lagerung der Schichten über einander wichtig, da diese uns das Mittel an die Hand gibt, über das relative Alter der Schichten Aufschluß zu erhalten. Liegt nämlich eine Schichte A auf der Schichte B, so muß A schon vorhanden gewesen sein, als B sich erst bildete, und A muß daher älter sein als B. Dieser Satz ist unumstößlich und darum auch nie angefochten worden. Die Gebilde der verschiedenen Zeitalter der Erde, also die auf einander liegenden Schichten, sind nicht immer dieselben gewesen, sie haben sich fort und fort geändert; ihre Hauptbestandtheile waren zwar von jeher Thonerde, Kieselerde und Kalk, aber nichtsdestoweniger bestehen in Beziehung auf die jeweiligen chemischen Beigaben, sowie in Beziehung auf die physikalischen Eigenschaften, wie Farbe, Dichtigkeit u. s. w. große Unterschiede.

Es kann vorkommen, daß ein Paar Felsarten in verschiedener Höhe wiederholt mit einander wechseln, aber sie hören endlich auf und dann kommt ein neuer Stein. Hierauf hat schon Füchsel[1] aufmerksam gemacht. Er erkannte, daß gewisse Gruppen von Schichten zusammengehören und eine jede solche Gruppe, die er Formation nannte, bezeichnete nach ihm eine Epoche in der Geschichte der Erde. Füchsel betrachtete eine Formation als eine Reihenfolge von Schichten, welche sich unter gleichen Verhältnissen unmittelbar nach einander gebildet haben; Werner dagegen belegte mit dem Namen Formation alle diejenigen Gebirgsarten, welche gleiche Bestandtheile darbieten. Es zeigen sich nämlich auf der Erde wiederkehrende Reihen von Kalk, Schiefer, Sandstein u. s. w. und diese wiederkehrenden Glieder nannte Werner Formation, während die Füchsel'sche Formation von ihm die Bezeichnung Lagerungsganzes erhielt. Es bilden also mehrere Werner'sche Formationen zusammen eine Füchsel'sche. Von dem Satze ausgehend, es sei überall so wie in Sachsen, nahm Werner als ältestes Glied das Urgebirge, den Krystallisationskern, an, das wesentlich aus Granit, Gneiß, Syenit u. s. w. besteht. Auf das Urgebirge folgte nach ihm das Uebergangsgebirge (Thonschiefer, Grauwacke, Conglomerate u. s. w.) dann die Secundärgebilde oder das Flötzgebirge (Zechstein, Muschelkalk u. s. w.) und das auf dem Quadersandsteine liegende Gestein wurde als aufgeschwemmtes Land betrachtet. Später haben Cuvier und Brongniart von letzterem noch die tertiären Gebilde abgesondert und in neuerer Zeit nimmt man auch noch quaternäre an, welche die jüngsten Gebilde umfassen.

1) Historia terrae et maris, ex historia Thuringiae per montium descriptionem erecta. Act. Acad. Mogunt. 1762. Entwurf der ältesten Erd- und Menschengeschichte. 1773.

Es ergibt sich nun sehr leicht die Frage, ob die im Vorstehenden angegebene Reihenfolge nur in Sachsen, nur in Europa, oder überall beobachtet werde. Wenn bei uns die dem Uebergangsgebirge angehörende Steinkohlenformation unter der (secundären) Kreide liegt: Ist dieses dann anderswo auch so? Hat, selbst die Bejahung dieser Frage zugegeben, die Bildung gleichartiger Formationen allenthalben gleichzeitig stattgefunden, oder ist etwa ein Erdtheil der Zeit nach hinter dem andern her, so daß etwa in Europa die eine Steinart sich ablagerte, während Amerika mit der Bildung einer andern Formation beschäftigt war? Zur Beantwortung des ersten Theiles der vorstehenden Frage ist unmittelbare Beobachtung nöthig, zum zweiten Theile, bei dem allerdings die Wahrscheinlichkeit für die Bejahung entscheidet, ist noch ein sehr bedeutendes Hülfsmittel hinzugekommen. Diese Hülfe bieten die Versteinerungen und die Ueberreste vormaliger organischer Wesen im Allgemeinen.

Zur Zeit, als jene alten Steine noch weicher Schlamm waren, mußten von den damals lebenden Thieren die einen oder andern nach ihrem Tode in dem Schlamme liegen bleiben, oder sie wurden durch eine Ueberschwemmung mit Sand u. dgl. verschüttet und begraben. Die Thiere, die in dem Wasser lagen, das immer die eine oder die andere unorganische Substanz, wenn auch oft in ganz geringer Menge aufgelöst enthält, nahmen diese daraus auf, sie verloren ihre ursprünglichen Bestandtheile und ersetzten sie durch neue, so daß zuletzt ein Stein in der Form des Thieres übrig blieb. Der Vorgang ist ungefähr derselbe, wie wenn man in einem Stücke Tuch den einen Faden nach dem andern auszieht und den jedesmal ausgezogenen durch einen andern, etwa einen Metallfaden, ersetzt. Man wird zuletzt ein der Form nach mit dem Tuche harmonirendes Stück eines Metallgeflechtes haben. Aus den vorweltlichen Thieren wurden so Versteinerungen, Petrefacten.[1] Andere Thiere, die, wie Muscheln, Schnecken u. s. w., schon ein steinernes Gehäuse haben, durften nur sterben und das Fleischige herausfaulen, so blieb die Schale übrig. Viele derselben, wie z. B. die Austern, leben gesellig in großen Massen bei einander. Die jungen Thiere legen sich auf die alten, letztere sterben ab, das leere Gehäuse bleibt und füllt sich nach und nach mit Sand und Schlamm, und so kann es zuletzt kommen, daß sehr große Lager, Bänke und Felsen fast ganz von diesen Thieren gebildet werden.

---

1) Die von Humboldt gesammelten Petrefacten wurden von L. v. Buch und Degenhardt beschrieben und unter dem Titel: Petrifications recueillies en Amérique par M. A. de Humboldt, 1839 veröffentlicht.

Die Pflanzen machten in der Regel einen angehenden Verkohlungsproceß durch, wie dieser vor unsern Augen in dem Torfe vor sich geht, und sie wurden zu Steinkohlen, Braunkohlen u. s. w.

Bei der Bedeckung einer Pflanze mit weichem Schlamm nahm dieser auch die Form des Gewächses an, und als er erhärtete, blieb von der Pflanze, die vielleicht längst nicht mehr vorhanden ist, ein ganz genaues Siegel. Auf diese und noch einige andere weniger bedeutende Arten ist es uns möglich, uns Kunde von der Fauna und Flora derjenigen Zeit zu verschaffen, in der ein Sedimentgestein sich gebildet hat.

Schon in den ältesten Zeiten sind den Menschen diese Erscheinungen aufgefallen; doch war man im Allgemeinen weit entfernt, den Einfluß des Studiums dieser Formen auf die Geschichte unsrer Erde zu ahnen. Man hielt die Versteinerungen für Naturspiele (lusus naturae), Formen, in denen die Natur wie zum Zeitvertreibe die Umrisse organischer Geschöpfe nachgebildet hätte, man glaubte einen verunglückten Anlauf zur Hervorbringung organischer Wesen hierin zu erblicken, oder man hielt auch Knochen großer vorweltlicher Thiere, wie der Mammuthe, für die Ueberreste eines ehemaligen Gigantenstammes, der vor langer Zeit die Erde bewohnte. Hooke trat am Beginne des 18. Jahrhunderts dieser Ansicht entgegen und behauptete, die Verschiedenheit der Versteinerungen, die schon vor ihm der an der alten Theorie hängende Lister erkannt hatte, möchte wohl daher rühren, daß verschiedene Zerstörungsperioden der lebenden Geschöpfe auf der Erde sich gefolgt seien. Die Versteinerungen sind nämlich fast in jeder Gebirgsart wieder verschieden; sie bleiben sich dagegen nahezu gleich, wenn man die Glieder einer und derselben Schichte zusammenhält, es mag die letztere an dem einen oder dem andern Ende der Erde gefunden worden sein. Je tiefer die Schichte liegt, je älter sie also ist, um so mehr weicht die Form der damaligen Thiere und Pflanzen von der der jetzt lebenden ab. Nach und nach gewahrt man immer andere und andere Geschöpfe, die sich immer mehr den jetzigen nähern, und in den jüngeren Schichten sieht man sogar eine Andeutung von klimatischem Einfluß. Die alten Geschöpfe gleichen am meisten denen unserer jetzigen Tropen; aus der (tertiären) Braunkohlenzeit findet man in unsern Ländern solche Pflanzen, wie Lorbeer u. dgl., deren jetzt lebende Verwandte in den wärmeren Theilen der gemäßigten Zone leben. Ganz zu oberst findet man Geschöpfe, die auf ein von dem jetzigen nicht sehr verschiedenes Klima des Fundortes schließen lassen. So z. B. wurde am Anfange dieses Jahrhunderts an der Lena in Sibirien ein bisher im Eise begrabenes, mit Haut und Fleisch versehenes Mammuth entdeckt, dessen dicker Pelz auf

eine zu ſeinen Lebzeiten mögliche bedeutende Kälte, deſſen in den Zähnen und im Magen befindliche Speiſereſte auf die dortige Flora und auf eine niedrige Temperatur ſeines Aufenthaltsortes ſchließen ließen.

Für uns haben die Ueberreſte der organiſchen Geſchöpfe der Vorwelt zunächſt darum Bedeutung, weil ſie ein Hülfsmittel an die Hand geben, die oben aufgeworfene Frage zu beantworten, ob die Bildung einer und derſelben Felsart in den einzelnen Erdſtrichen zu gleicher Zeit vor ſich gegangen ſei, denn wenn man in Amerika dieſelbe Reihenfolge der Schichten beobachtet, wie in Europa, wenn in demſelben Geſtein, gleichviel wo man es findet, die Petrefacten ſtets den gleichen Charakter haben, ſo kann man jedenfalls mit einem hohen Grade von Wahrſcheinlichkeit annehmen, daß bei der Entſtehung dieſelben Umſtände gewaltet haben, daß derſelbe Stein allenthalben der gleichen Epoche unſerer Erde entſpreche. Hierauf hat zuerſt W. Smith am Ende des vorigen Jahrhunderts aufmerkſam gemacht.

Außer der Feſtſtellung des Synchronismus der einzelnen Formationen bleibt uns noch die Reihenfolge derſelben zu beſtimmen, es iſt die Frage zu beantworten: Welche Formationen und welche Glieder derſelben folgen auf einander? Die Beantwortung dieſer Frage wäre ſehr leicht, wenn jede Steinart über die ganze Erde verbreitet und allenthalben dem Blicke des Menſchen bloßgelegt wäre; allein beide Erforderniſſe ſind nicht erfüllt. Wie die neueren Forſchungen ergeben haben, iſt die Oberfläche der Erde ſchon ſeit uralter Zeit in Land und Waſſer getheilt. Zwar iſt die Curve, welche den feſten Theil von dem flüſſigen ſondert, die Küſte, ſtets veränderlich geweſen, wie ſie auch ſeit den hiſtoriſchen Zeiten manche Modificationen erlitten hat; aber ſoviel ſteht feſt, daß ſeit dem Beginne der Sedimentgeſteine ſtets Land, ſtets Waſſer vorhanden war. In den Oceanen der Jetztzeit ſetzt ſich allerlei Schlamm ab, der dereinſt zur Felsmaſſe zuſammenbacken kann. Sollte nun in einem vielleicht fernen Jahrhundert das Relief unſerer Erde ſich ſo ändern, daß ein Theil des jetzigen atlantiſchen Oceans ſich ſo erheben würde, daß er gleichzeitig mit einem Theile des jetzigen Feſtlandes Land bildete, ſo müßte er offenbar mit einer Steinſchichte überdeckt ſein, die der andern Parthie abgeht. Was aber in Zukunft geſchehen kann, iſt in der Vergangenheit wirklich vorgekommen, denn wir haben große Strecken Landes, die nachweisbar mit marinen Bildungen überdeckt ſind. So iſt weitaus die größte Maſſe der Alpengeſteine der Schlamm eines früheren Meeres geweſen, und was als Folge zukünftiger Begebenheiten auf der Erde geſehen werden wird, läßt ſich als Folge früherer Ereigniſſe jetzt ſchon beobachten. Es geht daher keine Formation über die ganze Erde hinweg;

während das Eine da geschah, ereignete sich das Andere dort, und eine Formation wird an einer Stelle weniger mächtig, um vielleicht etwas ferner einer andern Platz zu machen. Es können ein Paar gleichzeitige Bildungen, z. B. eine Bildung des Landes und eine des Meeres, an derselben Stelle öfters mit einander abwechseln, wenn während eines Zeitraumes an diesem Flecke der Boden sich bald hob, bald senkte u. s. w.

Aus dem Vorstehenden dürfte erhellen, daß es eine schätzbare Arbeit sein müsse, alle diese Erscheinungen gegen einander abzuwägen, diejenigen Schichten zu bezeichnen, die als zusammengehörende anzusehen sind, und die Art und Weise festzusetzen, wie die verschiedenen Glieder auf einander folgen, kurz, die oben angeführten Fragen zu beantworten. Diese Aufgabe hat sich Humboldt gestellt und in seinem Essai sur le gisement etc. durchgeführt, soweit die damals bekannten Thatsachen es gestatteten. Durch seine Reisen in Europa und Amerika hatte er eine größere Menge von Erfahrungen gesammelt, als irgend ein Forscher vor ihm, und seine Arbeit mußte daher um Vieles vollständiger ausfallen, als die früheren, die sich nur mit Feststellung der in kleineren Landstrichen vorkommenden Formationen beschäftigen konnten. Er verglich die Lagerung der einzelnen Formationen, ihr gegenseitiges Verhältniß, die in ihnen vorkommenden Versteinerungen, und verfaßte auf diese Weise eine gleichzeitig geographische und historische Arbeit, indem er sowohl die Fundorte der einzelnen Formationen in horizontaler Richtung, als auch durch Angabe ihrer Lage in senkrechter Richtung ihr relatives Alter, das zu wissen zu einer Geschichte der Erde unerläßlich ist, festsetzte. Er bestätigte, daß die einzelnen Schichten nach der Tiefe zu sich ändern, fand aber auch, daß jede Steinart, wenn sie auch nur streckenweise auf der Erde vorkommt, doch allenthalben, selbst in den verschiedensten Erdstrichen, denselben Charakter hat. Es kann jede Gebirgsart in jeder Breite, in jedem Klima vorkommen, und so unterscheidet sich der Stein bedeutend von dem Thiere und der Pflanze, die mit nur ganz wenigen Ausnahmen an das Klima gekettet sind.

Den Schluß des Buches bildet ein Vorschlag Humboldt's, den Lagerungszustand eines gegebenen Ortes durch allgemein einzuführende Zeichen anzugeben, ein Vorschlag, der jedoch nicht durchgeführt wurde.

Es ist üblich, auf geologischen Karten besondere Gesteine mit verschiedenen Farben zu bezeichnen, ähnlich wie man auf Landkarten auch gelegentlich die einzelnen Länder verschieden colorirt oder ihnen doch verschieden gefärbte Ränder gibt. Bei diesen geologischen Karten ist es sehr häufig, daß man mit Roth Granite, mit Gelb Porphyre, mit Grün Tertiärgebilde be-

zeichnet und daß neueres angeschwemmtes Land weiß gelassen wird. In ähnlicher Weise ließe sich irgend eine Beobachtung durch Buchstaben angeben, von denen jeder eine gewisse Bedeutung hat, und man könnte so das Ganze, das sich näher zusammengedrängt bezeichnen läßt, auch leichter übersehen. So würde nach Humboldt's Vorschlag α den Granit, β den Gneiß, γ den Glimmerschiefer u. s. w. bedeuten, und durch Benutzung von Accenten, Exponenten u. s. w. lassen sich auch nähere Bezeichnungen einführen.

Es möge genügen, hier eine Probe zu geben, welche Humboldt selbst anwandte, um die Zusammensetzung des Bodens von England zu bezeichnen. β, $\sigma\pi$, δ', $\varkappa^s$, $\tau'\,\varkappa^s$, τ', ξ, $\varkappa^\alpha$, τ^α, $\varkappa^n + \vartheta$, τ^o, — —. Es bedeutet dieses: Das Uebergangsgestein beginnt bei der Formation des Syenits und Porphyrs ($\sigma\pi$), das auf einem Gneiße (β) liegt, den man für primitiv hält; dann folgen Thonschiefer mit Trilobiten (δ'), die Grauwacke (von May-Hill) ($\varkappa^s$), Uebergangskalkstein (von Longhope) (τ'), alter rother Sandstein (von Mitchel Dean) ($\varkappa^s$), der Bergkalk von Derbyshire (τ'), die große Kohlenformation (ξ), das jüngere Conglomerat, repräsentirend rothen Sandstein ($\varkappa^\alpha$), Bitterkalk (τ^α), Red Marl mit Steinsalz ($\varkappa^n + \vartheta$), Oolithenkalk (τ^o) ...

Es ist mir kein Beispiel bekannt, in dem von dieser Bezeichnung Anwendung gemacht worden wäre, man bleibt stets bei der Bezeichnung mit Worten.

Aehnlich wie man die Verbreitung einer Pflanzen- oder Thierform über verschiedene Landstriche aufsuchen und das Verhältniß dieser oder jener Familie zur Gesammtheit feststellen kann, und dann andererseits wieder die Aufgabe herzutritt, die Art und Weise zu bestimmen, wie die Flora und Fauna eines Landes zusammengesetzt ist, so können wir beide Ziele natürlich unter Voraussetzung der nöthigen Aenderungen auch in dem Mineralreiche verfolgen.

Im Essai sur le gisement etc. hat sich Humboldt zunächst die erstere Aufgabe gestellt und die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Gebirgsarten aufgesucht; in einer andern Arbeit, der Esquisse d'un tableau géognostique de l'Amérique méridionale, die sich im 3. Bande der Rel. hist. befindet, sehen wir ihn mit dem andern Theile beschäftigt. Er bespricht hier die Verbreitung der Gebirgsarten, Neigung und Streichen derselben, das Vorkommen der Ebenen und der Gebirge, sowie die Richtung der Züge der letzteren, ihre Vereinigungsstellen (Knoten) u. s. w.

In's Detail dieser Untersuchungen einzugehen, würde mich viel zu weit führen; es möge genügen, unter Verweisung auf die vorangehende Ausein-

anderstellung auf den Zweck der Arbeiten und deren Bedeutung für die Geologie und Geognosie hinzuweisen, welche beiden letzteren Wissenschaftszweige annähernd die Stelle der Pflanzenphysiologie und Pflanzengeographie bei den Gesteinen vertreten, während man die Oryktognosie als großentheils der systematischen Botanik analog betrachten kann.

Die beiden genannten Werke Humboldt's sind vorzugsweise beschreibender Natur, und sie lassen sich daher abfassen, ohne daß man nöthig hätte, den oben (im Kapitel „Basalt") angeführten Streit zwischen Neptunisten und Vulcanisten zu berühren, da es sich in ihnen mehr um das handelt, was da ist, als um die Art, wie es geworden ist. Humboldt hat sich auch nur ausnahmsweise über den Streit geäußert; aber wie es in der Beschreibung der rheinischen Basalte Stellen gibt, aus denen sich, wie ich gezeigt habe, schließen läßt, daß er zu den Neptunisten zählte, so lassen sich in den in Rede stehenden Werken auch Stellen finden, welche und zwar noch entschiedener zeigen, daß er mittlerweile zu den Vulcanisten übergegangen war. So führte er die Trachyte, Phonolithe, Basalte, Dolerite u. s. w. unter der Reihe der ausschließlich vulcanischen Gesteine auf. In S. 316 des Essai sur le gisement etc. sagt er: „Es ist bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft fast überflüssig, anzuführen, wie wenig die Annahme einer wäßrigen Lösung auf Granit, Gneiß, Porphyr, Syenit, Euphotid und Jaspis anwendbar ist. Ich wage nicht, mich über die Umstände auszusprechen, welche die erste Bildung der oxydirten Kruste unsres Planeten begleitet haben mögen, doch zaudre ich auch nicht, mich auf die Seite derjenigen Geognosten zu stellen, welche bei der Bildung der krystallinischen Kieselgesteine mehr zum Feuer, als, wie es bei dem Travertin und andern aus Wasser sich bildenden Kalksteinen geschieht, zum Wasser ihre Zuflucht nehmen."

Wann dieser Umschlag bei Humboldt erfolgte, läßt sich nicht gut angeben; doch geschah dieses jedenfalls während der amerikanischen Reise, wahrscheinlich schon in Teneriffa, wo er am Pic Lavaströme von Basalt beobachtete und zuerst Bekanntschaft mit einem noch thätigen Vulcane machte. Da jedoch der Bericht über seine Beobachtungen zu Teneriffa im ersten Bande der Rel. hist. erst 1814 veröffentlicht wurde, wäre es möglich, daß die Aenderung seiner Ansicht auch später erfolgt sei; allein aus dem 2. Bande der Rel. hist. ergibt sich, daß er sich schon am Anfange seiner amerikanischen Reise dem Vulcanismus zugewandt hatte.

Als nämlich im Jahre 1812 die Stadt Caracas durch ein fürchterliches Erdbeben zerstört worden war, wurde von verschiedenen Seiten behauptet, Humboldt und Bonpland hätten nach ihrem Besuche der Silla (s. oben

S. 82) ausgesagt, daß die Nähe dieser Silla für die Stadt sehr gefährlich sei, weil dieser Berg viel Schwefel enthalte, und daß die Erschütterungen von Nordost herkommen würden. Humboldt sagt hierüber:[1] „Es konnte mir niemals einfallen, zu behaupten, daß die Silla und der Cerro de Avila, Berge von Gneiß und Glimmerschiefer, für die Hauptstadt gefährliche Nachbarn seien, weil sie in den untergeordneten Lagern von Urkalk viele Feuersteine enthalten; ich erinnere mich aber, während meines Aufenthaltes in Caracas gesagt zu haben, daß das Östende des Festlandes seit dem Erdbeben von Quito in einem Zustande von Erregung sei, der für die Provinz Venezuela mit der Zeit bedeutende Erschütterungen befürchten lasse. Ich fügte bei, daß, wenn ein Land längere Zeit unter Erdstößen gelitten hat, sich neue unterirdische Verbindungen mit den nahe gelegenen Gegenden eröffnen, und daß die Antillenvulcane, die nordöstlich von der Stadt in der Richtung der Silla liegen, vielleicht die Ventile seien, durch welche während eines Ausbruches die Gase entströmen, welche auf dem Festlande die Erdbeben verursachen. Von diesen rein auf Localkunde und einfache Analogien gestützten Betrachtungen ist es aber weit bis zu einer Voraussage, welche durch die Naturerscheinungen bestätigt worden ist." Diese Stelle ist für uns darum interessant, weil sie zeigt, daß Humboldt schon in Caracas sich mit dem Gedanken an weit verzweigte unterirdische Communicationen vertraut gemacht hatte, ein Gedanke, der sich mit dem Vulcanismus, aber nicht mit dem Neptunismus verträgt.

Die Schule der Neptunisten, die am Schluß des vorigen Jahrhunderts ihren Einfluß in Frankreich und England ziemlich verloren hatte und sich nur in Deutschland, vorzugsweise des eigenthümlichen Auftretens der deutschen Basalte wegen, hatte halten können, wurde, während Humboldt in Amerika war, auch hier verdrängt. Hiezu trug vorzugsweise die Reise bei, welche Leopold v. Buch, wie und mit Humboldt Schüler und Anhänger Werner's, nach der Auvergne machte. Seit dieser Zeit war für die neptunische Schule das Feld verloren. Die Vulcanisten beschränkten sich nicht lange darauf, nur den Basalt und die verwandten Gesteine als feurigen Ursprungs zu bezeichnen, bald wurde dieser auch auf sämmtliche nicht geschichtete Felsarten, also auf diejenigen, welche Werner als den Krystallisationskern der Erde betrachtet hatte, wie Granit, Gneiß, Syenit u. s. w. in Anspruch genommen, doch wurden sie in der Weise von dem Basalte und dessen Verwandten, den Laven, unterschieden, daß sie nicht aus Vulcanen,

1) Rel. hist. II. 13.

sondern aus weiten Schluchten und Erdrissen aus dem Innern hervorgekommen, daß sie nicht flüssig, sondern mehr breiartig hervorgequollen seien. Man nannte diese so gebildeten Gesteine zum Unterschiede von den Laven plutonische Gebilde, woher denn auch die Schule den Namen plutonistische erhalten hat.

Der Antheil, den Humboldt an der Ausbildung des Plutonismus oder Vulcanismus nahm, bezieht sich vorzugsweise auf die Beweise, die er für die Lehre von der Allgemeinheit, der weiten Verbreitung des Vulcanismus, und von dem innern Zusammenhange weit von einander entfernter Feuerberge beibrachte. Werner hatte bekanntlich die Vulcane als eine rein locale, von brennenden, unterirdischen Kohlenlagern u. dgl. abhängige Erscheinung betrachtet; Humboldt wies nach, daß der Vulcanismus eine über weite Strecken verbreitete tief im Innern der Erde hausende Thätigkeit sei, die sich bald als Feuerausbruch eines Vulcans, oder in der ruhigern Aushauchung von Schwefel und Gasen, bald als Erdbeben zu erkennen gebe. Er bediente sich des glücklichen Ausdruckes, der Vulcanismus sei die Reaction des Innern der Erde auf deren Oberfläche.

Man kann Humboldt als einen der vorzüglichen Förderer der plutonistischen Schule betrachten, da er nachwies, wie im Innern der Erde fortwährend eine theils bildende, theils das Vorhandene zerstörende Kraft thätig sei und das Studium der Vulcane, in dem er so Vieles leistete, hat wieder auf die ganze plutonistische Lehre zurückgewirkt, weil das, was man gegenwärtig an den Vulcanen vorgehen sieht, uns zunächst Fingerzeige über das geben kann, was in der Vorzeit mit Hülfe dieser Kraft wirklich geschehen ist.

Erdbeben und Vulcane hat Humboldt in der Relation historique zu wiederholten Malen besprochen: so findet sich namentlich am Eingange des 2. Bandes eine größere Abhandlung über die Erdbeben. Außerdem besitzen wir noch die Abhandlung „Ueber den Bau und die Wirkungsart der Vulcane in verschiedenen Erdstrichen“[1] und ein Paar kleiner, specielle Gegenstände besprechende Aufsätze über die von den Vulcanen ausgeworfenen Fische, über den Jorullo u. s. w., die oben S. 124 angeführt wurden.

In der Abhandlung „Ueber den Bau u. s. w.“ erwähnt Humboldt die große Manchfaltigkeit, in welcher die vulcanischen Gebilde auf der Erdoberfläche sich finden, und die man erst seit dem Beginne dieses Jahrhunderts gehörig würdigt, weil erst seit dieser Zeit die Bekanntschaft mit Ländern

1) Abhandlungen der k. Akademie zu Berlin. 1822 u. 1823.

datirt, in denen thätige Vulcane eine außerordentliche Wirkung ausüben, während alles, was man früher von Vulcanen wußte, von dem Aetna und dem Vesuv, ja strenge genommen fast nur von letzterem, einem der kleinsten herrührte. „Allerdings," sagt Humboldt, „hätte eine sorgfältigere Untersuchung des ganzen Mittelmeeres, besonders der östlichen Inseln und Küstenländer, wo die Menschheit zuerst zu geistiger Cultur und edleren Gefühlen erwachte, eine so einseitige Naturansicht verhindern können. Aus dem tiefen Meeresgrunde haben sich hier unter den Sporaden Trachytfelsen zu Inseln erhoben, dem azorischen Eilande[1] ähnlich, das in 3 Jahrhunderten dreimal fast in gleichen Zeitabständen periodisch erschienen ist, zwischen Epidaurus und Trözene bei Methone hat der Peloponnes einen Monte nuovo, den Strabo beschrieben und Dodwell wiedergesehen hat, höher als der Monte nuovo[2] der phlegräischen Felder bei Bajä, vielleicht selbst höher als der neue Vulcan von Jorullo[3] in den mexikanischen Ebenen, den ich von mehreren kleinen aus der Erde herausgeschobenen, noch gegenwärtig rauchenden Basaltkegeln umringt gefunden habe. Auch im Bassin des Mittelmeeres bricht das vulcanische Feuer nicht bloß aus permanenten Kratern, aus isolirten Bergen aus, die eine dauernde Verbindung mit dem Innern der Erde haben, wie Stromboli, der Vesuv und der Aetna. Auf Ischia, am Epomäus und wie es nach den Berichten der Alten scheint, auch in der lelantischen Ebene bei Chalcis, sind Laven aus Erdspalten geflossen, die sich plötzlich geöffnet haben. Neben diesen Erscheinungen, die in die historische Zeit, in das engere Gebiet sicherer Traditionen fallen, enthalten die Küsten des Mittelmeeres noch manchfaltige Reste älterer Feuerwirkungen. Das südliche Frankreich zeigt uns in Auvergne ein eigenes geschlossenes System an einander gereihter Vulcane, Trachytglocken, abwechselnd mit Auswurfskegeln, aus denen Lavaströme sich bandförmig ergießen. Die lombardische, seegleiche Ebene, welche den innersten Busen des adriatischen Meeres bildet, umschließt den Trachyt der euganäischen Hügel, wo Dome von körnigem Trachyt, von Obsidian und Perlstein sich erheben, drei aus einander sich entwickelnde Massen, die den feuersteinhaltigen Jurakalk durchbrechen, aber nie in schmalen Strömen geflossen sind."

Die gegenwärtig häufigste Form der Vulcane ist die von isolirten Ke-

1) Nahe der Azoreninsel St. Michael ist schon dreimal (1628, 1721 und 1811) eine Insel aus dem Meere hervorgekommen und wieder verschwunden. Mehrere andere derartige Erhebungen bespricht Humboldt in Rel. hist. I. 171.

2) Am 28. Sept. 1538 entstanden und noch bestehend.

3) Entstanden am Geburtstage des Monte nuovo 1759.

gelbergen, wie Aetna und Vesuv; aber neben ihnen kommen auch solche Feuerschlünde vor, die auf ausgedehnten Gebirgsrücken sind. So der Pichincha bei Quito, dessen genauere Kenntniß wir Humboldt verdanken. Manche Vulcane stehen gesellschaftlich bei einander, entweder in Gruppen, wie die Azoren und canarischen Inseln, oder in einfachen oder doppelten Ketten zusammengereiht, bald den Gebirgszügen parallel, wie in Guatimala, Peru und Java, bald quer darauf, wie in Mexico.

„Dieses Zusammendrängen der Vulcane," sagt Humboldt[1], „bald in einzelne rundliche Gruppen, bald in doppelte Züge, liefert den entscheidendsten Beweis, daß die vulcanischen Wirkungen nicht von kleinlichen, der Oberfläche nahen Ursachen abhangen, sondern große, tief begründete Erscheinungen sind. Der ganze östliche, an Metallen arme Theil des amerikanischen Festlands ist in seinem gegenwärtigen Zustande ohne Feuerschlünde, ohne Trachytmassen, wahrscheinlich selbst ohne Basalte. Alle Vulcane sind in dem Asien gegenüber liegenden Theile vereinigt in der meridianartig ausgedehnten, 1600 g. Meilen langen Andeskette. Auch ist das ganze Hochland von Quito ein einziger vulcanischer Herd, dessen Gipfel Pichincha, Cotopaxi und Tonguragua bilden. Das unterirdische Feuer bricht bald aus der einen, bald aus der andern dieser Oeffnungen aus, die man als abgesonderte Vulcane zu betrachten sich gewöhnt hat. Die fortschreitende Bewegung des Feuers ist hier seit 3 Jahrhunderten von Norden gegen Süden gerichtet. Selbst die Erdbeben, welche so furchtbar verheerend diesen Welttheil heimsuchen, liefern merkwürdige Beweise von der Existenz unterirdischer Verbindungen, nicht bloß zwischen vulcanlosen Ländern, was längst bekannt ist, sondern auch zwischen Feuerschlünden, die weit von einander entfernt sind. So stieß der Vulcan von Pasto, östlich vom Flusse Guaytara, 3 Monate lang im Jahre 1797 ununterbrochen eine hohe Rauchsäule aus. Diese Säule verschwand in demselben Augenblicke, als 60 Meilen davon das große Erdbeben von Riobamba und der Schlammausbruch der Moya 30—40000 Indianer tödteten. Die plötzliche Erscheinung der azorischen Insel Sabrina am 30. Jan. 1811 war der Vorbote der fürchterlichen Erdstöße, welche weiter westlich vom Monat Mai 1811 bis zum Junius 1813 fast unaufhörlich erst die Antillen, dann die Ebenen des Ohio und Mississippi, und zuletzt die gegenüberstehenden Küsten von Venezuela erschütterten. Dreißig Tage nach der gänzlichen Zerstörung der Stadt Caracas erfolgte der Ausbruch des Vulcans von St. Vincent in den nahen Antillen. In demselben Augen-

1) A. a. O. 142.

blick, als diese Explosion erfolgte, am 30. April 1811, wurde ein Schrecken erregendes, unterirdisches Getöse in allen Theilen einer Landstrecke von 2200 g. Quadratmeilen vernommen. Die Anwohner des Apure beim Einflusse des Rio Nula verglichen dieses Getöse ebenso, als die fernsten Küstenbewohner, mit der Wirkung schweren Geschützes. Von dem Einflusse des Rio Nula in den Apure, durch welchen ich in den Orinoco gekommen bin, bis zum Vulcan von St. Vincent, zählt man in gerader Richtung 157 g. Meilen. Dieses Getöse, welches sich gewiß nicht durch die Luft fortpflanzte, muß eine tiefe unterirdische Ursache gehabt haben. Es war wenig stärker an den Küsten des antillischen Meeres, dem ausbrechenden Vulcane näher, als in dem Innern des Landes."

Außer den permanenten Communicationswegen zwischen dem Innern und dem Aeußern der Erde gibt es auch solche, die nur zeitweilig, nur ein einziges Mal den von unten kommenden Stoffen den Durchgang gestatten, um sich darauf vielleicht für immer zu schließen. So der Antisana in den Andes, der Epomeo auf Ischia; aber hier muß nicht ein Berg da sein, es kann dieses auch in der Ebene geschehen, wie dieses in Island, Quito und bei Euböa vorgekommen ist. Auf diese Weise können verschiedenartige Gesteine als zuerst nahe flüssige Massen in die Höhe getrieben werden, und so erklärt sich namentlich die Form unserer Basaltberge, von der bereits oben (S. 18) die Rede war.

Zur Erklärung der Ursache des vulcanischen Feuers spielte am Beginne dieses Jahrhunderts die Hypothese des Engländers Davy eine große Rolle. Dieser Gelehrte hatte nämlich im Jahre 1807 die Entdeckung gemacht, daß das Kali, welches mit Kohlensäure verbunden, den Hauptbestandtheil der Pottasche ausmacht, aus Sauerstoff und einem metallähnlichen Körper, dem Kalium, besteht. Das Kalium zeichnet sich durch große Verwandtschaft zum Sauerstoffe aus, und brennt so leicht, daß es, in Wasser geworfen, sich alsbald entzündet. Aehnliche Stoffe sind die Grundlagen der übrigen Alkalien, sowie der Erden. Davy[1] nahm nun an, daß die Erde in ihrem Innern große Massen dieser Substanzen enthalte, welche, wenn sie mit Sauerstoff oder einer sauerstoffhaltigen Verbindung zusammenkommen, sich entzünden und dann die vulcanischen Explosionen verursachen. Diese Hypothese ist jetzt verlassen; sie war eine Ueberschätzung der übrigens dennoch äußerst wichtigen Entdeckung der Metalloïde. Das geringe specifische Gewicht dieser Körper paßt nicht zu der aus andern Beobachtungen bekannten Dichtigkeit der

1) On the phenomena of volcanoes Phil. Trans. 1828.

Erde, und dann frägt es sich auch, woher denn diese Stoffe, welche allerdings die Grundlage der Laven bilden, den Sauerstoff nehmen, da sie nie unverbrannt, d. h. nie frei von diesem aus den Vulcanen hervorkommen. Man kann allerdings sich hier auf das Wasser berufen, welches mit der Lava stets hervorkommt, kann sagen, dieses sei zum Theil zersetzt worden; allein wenn der Sauerstoff des Wassers an die Metalloxyde geht, wo bleibt dann der Wasserstoff? Man findet dieses Gas nicht in den luftförmigen Producten der Vulcane, unter denen es die Hauptrolle spielen müßte, wenigstens nicht in der Quantität, die zu erwarten stünde. Wollte man eindringende atmosphärische Luft als Sauerstoffquelle ansehen, so entstünde die Frage, wo der dem Sauerstoff entsprechende Stickstoff seine Verwendung finde. Es läßt sich nicht genau feststellen, ob Humboldt, als er die Abhandlung über den Bau der Vulcane veröffentlichte, Anhänger dieser Theorie war oder nicht. Er erwähnt sie, ohne ihr direct beizustimmen, noch ihr zu widersprechen. Er legt jedoch großes Gewicht darauf, daß im Innern der Erde große Hitze sei und daß Dämpfe vorzugsweise thätig sind, die vulcanischen Erscheinungen hervorzubringen. Uebrigens hat Davy in seinem letzten Werke Consolation in travel and last days of a Philosopher seiner Hypothese selbst entsagt.[1]

Der Nachweis von der großen Verbreitung der Vulcane über die Erde und der ungeheuren Fläche, über welche die im nachweisbaren Zusammenhange stehenden Feuerberge und Erdbeben sich ausdehnen, hat bei der Wichtigkeit des Gegenstandes für die Geologie Humboldt zu einer der Stützen der vulcanistischen oder plutonistischen Schule gemacht, und es dürfte aus dem Vorstehenden der von mir oben (S. 21) gemachte Ausspruch über das Verhältniß Humboldt's zum Vulcanismus gerechtfertigt erscheinen. Es ist jetzt allgemein angenommen, daß eine großartige unterirdische Communication zwischen den Vulcanen besteht und die Feuerberge gelten gewissermaaßen als die Sicherheitsventile, welche die Länder vor Erdbeben schützen, da die eingesperrten Dämpfe in ihnen einen Abzugscanal finden. Nichtsdestoweniger ist auch jetzt noch manches Dunkel aufzuhellen und man darf trotz aller Communication nicht glauben, daß die Vulcane nur als Röhren zu betrachten seien, die alle in dasselbe Bassin geschmolzener Massen hinabtauchen. Wäre dieses der Fall, so könnte nicht wohl ein Vulcan toben, während ein anderer in seiner Nähe ruhig ist, und wenn z. B. in dem 10200 Fuß hohen Aetna die Lava bei einem Ausbruche nur 4—5000 Fuß in die Höhe getrieben

1) Humboldt, Kosmos I. 247. Hier sind auch die obenstehenden Bedenken angeführt.

würde, so müßte sie nach dem hydrostatischen Gesetze der communicirenden Röhren lange vorher in dem Vesuv und Stromboli überlaufen.

Der Magnetismus.

Zu den räthselhaftesten Wirkungen, denen der Forschungstrieb der Menschen begegnet, gehört unstreitig der Magnetismus. Dieser ist unter den verschiedenen Naturkräften, die wir jetzt bei dem unvollkommenen Zustande unsrer Kenntnisse noch als von einander getrennt anzunehmen gezwungen sind, so daß wir Chemismus, Elektricität u. s. w. unterscheiden, die aber vielleicht in der Zukunft als die Aeußerungen einer einzigen allgemeinen Kraft erkannt werden mögen, diejenige, welche den Sinnen am wenigsten bemerklich wird, und darum sind auch Jahrhunderte hingegangen, bis man seine Thätigkeit kennen lernte, denn nur im Nordlichte findet eine mehr in die Sinne fallende Wirkung statt. Nichtsdestoweniger ist der Magnetismus so allgemein verbreitet, als irgend eine andere Kraft, denn man hat bisher keinen Ort der Erde angetroffen, an dem man nicht magnetische Einwirkungen gefunden hätte, ja man hat sogar in neuerer Zeit Versuche gemacht, auch die Sonne und die übrigen Gestirne in das Gebiet der magnetischen Wirkungen zu ziehen.

Einzelne magnetische Wirkungen kennt man schon seit langer Zeit, denn bereits Plato, Aristoteles und Plinius erwähnen die Eigenschaft des natürlichen Magneten (eines Eisenerzes, das im Alterthume besonders in der Nähe von Magnesia gefunden worden sein soll, woher auch der Name stammt) und Lucrez spricht auch von der Zurückstoßung des Magneten, was voraussetzt, daß man damals schon erkannt habe, daß der Magnet zwei ungleichartige Pole besitze und daß gleichnamige Pole sich abstoßen, während ungleichnamige sich anziehen. Man hat in neuerer Zeit gefunden, daß es außer den eigentlichen Eisenerzen noch andere Gesteine gibt, in denen kleinere Theilchen Magneteisen enthalten sind und die eine solche magnetische Anziehung und Abstoßung zeigen. Humboldt[1] fand 1796 im Fichtelgebirge eine Serpentinsteinkuppe, den Haidberg, welche diese Eigenschaft ganz auffallend zeigte. Erst viele Jahrhunderte nach Lu-

---

1) Gren, Neu. Journ. IV. 1797. S. 136. Intelligenzblatt der allg. Jenaer Litteratur-Zeitung 1796 No. 169, 1797 No. 38. Annales de Chimie XXII. 47.

crez folgte die Entdeckung, daß die auf einer verticalen Spitze ruhende und in horizontaler Richtung frei bewegliche Magnetnadel sich (ungefähr) in der Südnordrichtung einstelle. Die Kunde davon scheint in Europa aus dem 11. oder 12. Jahrhundert zu datiren. Hansteen[1] theilt folgende Notiz mit: „Doch erzählt Are Frode, Verfasser des Landnamabok von Island, daß Floke Vilgerdarson, der dritte Entdecker dieser Insel, ein berühmter Viking oder Seeräuber, etwa im Jahre 868 von Rogaland in Norwegen ausging, um Gardarsholm (Island) zu suchen. Er nahm 3 Raben mit sich, die zu Wegweisern dienen sollten, und um sie zu diesem Gebrauche einzuweihen, veranstaltete er im Smörsund, wo das Schiff segelfertig lag, ein großes Opfer, denn damals hatten die Seefahrer keinen Leidstein in den nördlichen Ländern. Leid bedeutet Weltgegend, also Leidarstein, ein wegweisender Stein. Are Frode ist nach dem Zeugnisse Snorro Sturleson's 1068 geboren, folglich ist sein Buch vermuthlich am Schlusse des 11. Jahrhunderts geschrieben. Damals ist also schon die Polarität des Magnetes in Norwegen bekannt gewesen. Es läßt sich jedoch aus dem Ausdrucke abnehmen, als hätten sie noch nicht den Compaß gekannt, sondern den natürlichen Magneteisenstein an einem Faden aufgehängt."

Humboldt[2] glaubt, daß diese Nachricht in Zweifel zu ziehen sei, und führt an, daß von Guiot de Provins (1190) und Jaques de Vitry (1215—1240), Bischof von Ptolemais, der Magnetnadel zuerst erwähnt, aber von ihr als von einem bei Seefahrern allgemein gebräuchlichen Instrumente gesprochen werde. Er ist der Ansicht, daß sie von den Arabern eingeführt wurde.

Viel älter ist die Magnetnadel bei den Chinesen. Nach dem dortigen Geschichtschreiber Schumatsian[3] schenkte der Kaiser Tschingwang im Jahre 1100 vor dem Anfange unserer Zeitrechnung den Gesandten von Tonkin und Cochinchina, welche befürchteten, den Rückweg zu verfehlen, fünf magnetische Wagen (tschinankiu), welche nach Süden wiesen, mittelst des beweglichen Armes einer kleinen Figur, die mit einem Federkleide bedeckt war, unter dem also das nördliche Ende, nach dem wir uns zu richten gewohnt sind, sich befand.

---

1) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. Uebers. v. Hanson 3.
2) Unters. über die hist. Entwicklung der geogr. Kenntnisse v. d. Neuen Welt. Uebers. von Ideler, II. 25.
3) Humboldt a. a. O. II. 24.

Die Chineſen bemerkten auch, daß die Magnetnadel nicht genau nach Nord oder Süd zeige, ſondern nur in die Gegend der Erdpole, d. h. ſie fanden die Declination, oder wie man ſie früher nannte, die Variation der Magnetnadel. So ſagt Humboldt[1]: „Kenſungtſchi, Verfaſſer einer mediciniſchen Naturgeſchichte, unter dem Titel: Penthſaoyan, deren Abfaſſung unter die Dynaſtie der Sung zwiſchen die Jahre 1111 u. 1117 unſerer Zeitrechnung fällt, äußert ſich folgendermaßen über die Kräfte des Magnets oder Steins, welcher das Eiſen zieht: Wenn man eine Spitze von Eiſen mit dem Magnet reibt, ſo erlangt ſie die Eigenſchaft, nach Süden zu weiſen; jedoch weicht ſie ſtets nach Oſten ab und hat nicht die genaue Richtung nach Süden. Deßhalb zeigt, wenn man einen baumwollenen Faden nimmt und ihn durch ein wenig Wachs in der Mitte des Eiſens befeſtigt, die Nadel an einem Orte, wo ſie dem Winde nicht ausgeſetzt iſt, beſtändig gen Süden. Steckt man die Nadel in eine Gabel (die chineſiſchen Gabeln ſind kleine Halme ſehr dünnen Rohrs) und legt dieſe Vorrichtung auf die Oberfläche des Waſſers, ſo zeigt die Nadel gleichfalls nach Süden, aber ſtets mit einer Abweichung nach dem Punkte Ping, d. h. 5/6 Süd." Es muß demnach damals in China das Nordende der Nadel nordweſtlich abgelenkt geweſen ſein.

Am Ende des 15. Jahrhunderts war in Europa die Abweichung nach Humboldt[2] ziemlich bedeutend nordöſtlich, und er zweifelt nicht, daß dieſes recht wohl bekannt war. Columbus entdeckte aber hiezu auf ſeiner erſten Reiſe nach Amerika am 13. Sept. 1492, daß die Declination veränderlich ſei, und an verſchiedenen Punkten der Erde verſchiedene Werthe habe. Er beobachtete nämlich (ungefähr im 28° n. Breite und 31° w. Länge von Paris), daß die Magnetnadeln, deren Richtung bis dahin nordöſtlich geweſen war, nach Nordweſten abwichen, und daß dieſe Abweichung nach Nordweſten am folgenden Morgen noch zunahm. Er mußte alſo einen Punkt paſſirt haben, wo die Nadel genau nach Norden zeigte. Spätere Beobachtungen haben gelehrt, daß eine ſolches Verſchwinden der Declination nicht bloß in der Breite, in welcher Columbus den atlantiſchen Ocean befuhr, ſtattfindet, denn die Erde theilt ſich gegenwärtig in zwei Theile, von denen der eine öſtliche, der andere weſtliche Abweichung hat. Beide Theile ſind von einander durch eine rings um die Erde gehende, jedoch unregelmäßig gekrümmte Linie getrennt, in der keine Abweichung ſtattfindet, und Columbus

1) A. a. O. II. 23. nach Klaproth, Lettre à M. Alexandre de Humboldt sur l'invention de la boussole. p. 68.

2) A. a. O. II. 23.

fand diese, als er sie im Ocean kreuzte. Die Declination ist jedoch nicht stets dieselbe; sie erleidet seculare Aenderungen. Die Nadel hat in Europa zur Zeit der Entdeckung von Amerika östlich gezeigt; am Schlusse des 16. Jahrhunderts verminderte sich diese Abweichung und in der Mitte des 17. Säculums stand sie im Meridian, ging dann nach Westen über und ist jetzt auf der Rückkehr begriffen. In Paris war die Declination:

1580 11°30′ östlich 1814 22°34′ westl.
1666 0°. 0′ = 1852 22°20′ westl.

Die Linie von 0° Abweichung scheint sich von Ost gegen West zu bewegen, sie ändert sich aber dabei wie die Wolken auf ihrem Zuge. Ihre Richtung ist mehr der der Meridiane als der der Breitekreise parallel.

Hätte sie überall genau die Richtung des Meridians, so würde sie die Erde in eine östliche und eine westliche Hemisphäre theilen, sie würde jeden Breitekreis an zwei sich diametral entgegengesetzten Punkten schneiden, wie dieses auch zwei um 180 Grade von einander entfernte Meridiane thun. Würde man nun auf einem Breitekreise, etwa auf dem Aequator selbst, von Ost nach West, oder umgekehrt weiter gehen, so wäre in dem einen Durchschnittspunkte die Abweichung Null, sie würde aber bei der Entfernung von dem Punkte wachsen. Hätte man 90 Grade durchlaufen, so hätte man das Maximum der Abweichung, denn bei dem Fortschreiten würde man sich dem andern Durchschnittspunkte nähern, bei dem die Abweichung wieder verschwindet. Bliebe der Beobachter an Ort und Stelle, wären aber die magnetischen Meridiane beweglich, so würde dieselbe Reihenfolge von Erscheinungen eintreten müssen.

In der Natur sehen wir analoge Vorgänge, aber wegen der Unregelmäßigkeit der Linie von 0° Abweichung nicht genau dieselben. Im 17. Jahrhundert ist die Linie über uns weggegangen und seitdem hat sich die Abweichung vergrößert; aber jetzt nähert sich uns die schon an der Ostgränze von Europa stehende Fortsetzung unserer Nullinie und kommt diese dereinst zu uns, so verschwindet die Abweichung, um dann in die entgegengesetzte überzugehen. Wegen der Veränderlichkeit der Gestalt der Linie ohne Abweichung war der durch Neuholland, Asien und Osteuropa gehende Theil der Curve früher[1] stärker gekrümmt und seitdem hat sich ein Bogen abgeschnürt und bildet jetzt eine eigene in sich zurücklaufende Curve, die in Ostchina und dem angränzenden Meere ein kleines Gebiet mit westlicher Declination einschließt, das ein Enclave des großen mit Ostdeclination bildet.

1) Neu. Gehler Karten zum Artikel Magnetismus.

Wie man durch die oben erwähnte Gränzlinie die Gebiete östlicher und westlicher Declination scheidet, indem man die Punkte gleicher Abweichung (hier 0°) mit einander verbindet, so kann man auch die Punkte, die eine gewisse östliche oder westliche Declination besitzen, zu Isogonen vereinen, welche auf den ersten Blick die jeweilige Vertheilung der Abweichungen über die Erde zu erkennen geben. Die erste Isogonenkarte wurde als Frucht zweier Reisen in dem atlantischen Oceane von Halley (1701) entworfen und diesen Isogonenkarten analog sind, wie bereits oben S. 152 bemerkt wurde, die von Humboldt eingeführten Isothermen, sowie auch die übrigen magnetischen Karten und in neuer Zeit eine ganze Menge anderer mit den Buchstaben Iso beginnender Tafeln nachgebildet. Hansteen[1] hat Declinationskarten für verschiedene Jahre von 1600—1800 entworfen, Sabine eine für 1840; außerdem sind wir im Besitze einer größeren Anzahl von Specialkarten einzelner Länder, z. B. Deutschlands von Lamont u. s. w.

Neben der secularen Aenderung der Abweichung kennt man noch eine tägliche. Eine sehr leicht bewegliche, etwa an einem Coconfaden hängende Nadel ist in fortwährender Bewegung. Sie geht bald nach Ost, bald nach West, aber der mittlere Stand des dem nächsten Erdpole zugekehrten Endes ist im Allgemeinen in den Mittagsstunden mehr westlich als am Morgen, und diese tägliche Bewegung, die nach Humboldt[2] der Missionär Guy Tachard in Luovo in Siam wahrscheinlich zuerst bemerkt, Graham 1722 näherbestimmt hat, ist im Sommer größer als im Winter. Manchmal (in den Störungen) kommen außergewöhnliche Bewegungen vor, die über die größten Breitendifferenzen hin fühlbar sind.

Um die Zeit von 1530—1540 entdeckte der Vicar G. Hartmann[3] an der St. Sebalduskirche in Nürnberg eine zweite Besonderheit der Magnetnadel: er fand, daß eine genau im Schwerpunkte aufgehängte Stahlnadel nach dem Magnetisiren nicht mehr horizontal stand, sondern mit dem Nordende abwärts zeigte. Diese Neigung oder Inclination wurde durch Normann (1576), dem man gewöhnlich die Entdeckung derselben zuschreibt, genauer untersucht und gemessen, wobei er sich einer Nadel bediente, die nicht auf einer verticalen Spitze, sondern um eine horizontale Axe drehbar war. Im nördlichen Amerika (nach den Untersuchungen von James Roß in

1) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde.

2) Kosmos IV. 120.

3) Die erste Nachricht findet sich in einem in Dove's Repertorium der Physik II. 129 abgedruckten Briefe Hartmann's vom 4. März 1544.

70° 5′ Br. und 99° 5′ w. L. von Paris) steht die Inclinationsnadel senkrecht, das Nordende abwärts gekehrt. Je mehr man sich von diesem Punkte entfernt, um so geringer wird die Neigung der Nadel, die in der Gegend des Aequators horizontal steht, und jenseits neigt sich das Südende immer mehr und mehr, bis endlich im südlichen Eismeere (nach Roß in 75° 5′ Br. und 151° 48′ östl. L. von Paris) die verticale Stellung wieder erreicht wird. Rund um die Erde herum kann man die Punkte mit einander verbinden, in denen die Inclination Null ist, und man erhält so eine Curve, welche den Namen des magnetischen Aequators führt. Durch Verbindung der Punkte gleicher Neigung erhält man die Isoclinen, die eine Analogie mit den astronomischen Breitekreisen, welche man auf dem Erdglobus hat, bieten, weßhalb man oft statt zu sagen, dieser oder jener Ort liege in dieser oder jener Isocline, auch angibt, er sei in der oder der magnetischen Breite. Die Isogonen dagegen sind zunächst den Meridiankreisen analog; doch unterscheiden sich die Isoclinen und Isogonen von den Parallel- und Meridiankreisen entschieden dadurch, daß sie unregelmäßige Curven, letztere regelmäßige sind. Die erste Neigungskarte hat Wilke für das Jahr 1700 in Sv. Vetensk. Akad. Handl. vom Jahre 1768 bekannt gemacht; ihm folgte Hansteen. Die neueste Karte hat meines Wissens Sabine für das Jahr 1840 entworfen. Auch die Inclination hat ihre seculären und periodischen Aenderungen sowie auch ihre Störungen, wie sie die Abweichung besitzt.

Hat man eine frei bewegliche Magnetnadel und nähert man ihr einen Magnetstab, so wird sich dessen Wirkung auf erstere alsbald in deren Bewegung zeigen. Die vorher ruhige Nadel wird einen größern oder kleinern Bogen beschreiben; aber allmählig werden die durchlaufenen Bogen kleiner und endlich bleibt sie ganz stehen. Ihre nunmehrige Stellung wird eine bestimmte sein, in die sie nach einer Zahl von Oscillationen jedesmal wieder zurückkommt, so oft man sie aus der Ruhelage bringt. Diese Ruhelage ist in einer entschiedenen Abhängigkeit von der Lage des Stabes, unter dessen Einflusse die Nadel steht. Legt man den Stab links, so wird auf der Seite, auf welcher ein Nadelpol und ein Stabpol einander am nächsten sind, die Nadel nach links zeigen, ist der Stab oben, so zeigt auch die Nadel nach oben u. s. w. Führt man eine Nadel über die Oberfläche der Erde hin, so zeigt sie in den Stellungen, welche sie an den verschiedenen Punkten einnimmt, eine so genaue Analogie mit den Stellungen, die man an ihr beobachtet, wenn sie unter dem Einflusse des Stabes steht, daß man schon seit Jahrhunderten sich gewöhnt hat, die Erde als einen großen Magneten zu betrachten, und wie man von den magnetischen Eigenschaften eines Stahlstabes spricht, so wird

in gleicher Weise vom Erdmagnetismus gesprochen. Wie man am Stabe Pole hat, Stellen, an denen sich der Magnetismus am stärksten äußert, gerade so geschieht dieses auf der Erde; man spricht von den magnetischen Polen der Erde, diese sind jedoch nicht in den astronomischen Polen, sondern von ihnen verschieden, wenn auch stets in hohen Breiten. Die Neigung erklärt sich daraus, daß, weil auf der nördlichen Halbkugel dem Nordende der Nadel auch der Nordpol der Erde am nächsten liegt, die zwei Pole sich einander mehr zu nähern suchen, als der Südpol der Erde und das Südende der Nadel, die, weil weiter von einander entfernt, schwächer wirken. Auf der südlichen Halbkugel tritt der entgegengesetzte Fall ein.

Außer den Erscheinungen der Declination und der Inclination, die man an einer kleinen Magnetnadel mit Hülfe eines Stabes hervorrufen kann, sieht man bei diesen Versuchen noch eine weitere Erscheinung. Coulomb[1] hat gezeigt, daß die Zeit, welche eine und dieselbe Nadel braucht, um eine Schwingung zu machen, nicht stets dieselbe sei, je nachdem eine magnetische Wirkung auf sie ausgeübt wird. Nimmt man einen stärkeren Stab, so oscillirt die Nadel schneller, als bei dem schwächeren, macht also die einzelne Schwingung in einem kürzeren Zeitraum, und die Quadrate der Schwingungszahlen bei gleicher Zeit verhalten sich wie die wirkenden Kräfte. Macht mithin die Nadel nahe einem Magnetstabe in 10 Minuten 100 Schwingungen, nahe einem andern unter sonst gleichen Verhältnissen 200, so verhalten sich die Kräfte der beiden Stäbe wie 100.100 zu 200.200 oder wie 1 zu 4. Führt man eine Nadel über einen Magnetstab hin, so zeigt sich, daß dessen Wirkung in seiner Mitte kleiner ist, als wenn man den Versuch in der Nähe eines der Pole wiederholt. Es lag nun sehr nahe, auch den Erdmagnetismus in Beziehung auf seine Stärke an verschiedenen Orten zu untersuchen, und man hatte dazu eine Neigungsnadel in dem magnetischen Meridian, d. h. derjenigen Verticalebene, in welcher die Declinationsnadel zur Ruhe kommt, schwingen zu lassen, und die Schwingungen zu zählen. Mallet[2], welcher 1769 nach Ponoi im russischen Lapland gesandt worden war, um den Durchgang der Venus zu beobachten, ließ eine Nadel schwingen und fand, daß dieselbe zu 4 Schwingungen genau dieselbe Zeit brauchte, wie in Petersburg. Die Zahl der Schwingungen war aber zu gering, als daß sich ein Unterschied hätte ergeben können. Nun gab die französische Akademie den Gelehrten, welche La Pérouse auf seiner Entdeckungsreise (1785—

1) Gren, Neues Journal der Physik, II. 299.
2) Nov. Comment. Petrop. XIV. 2. 1769 p. 33.

1788) begleiteten, den Auftrag, Beobachtungen über die Schwingungszeit der Magnetnadel in verschiedenen Breiten zu machen. Der Astronom Lamanon, der bei der Expedition war, berichtete in einem von der Insel St. Catharina datirten Briefe, daß er solche Beobachtungen gemacht habe [1]. Aber Lamanon wurde (10. Dec. 1787) auf Mouna, einer der Schiffer-inseln, von den Eingebornen erschlagen; seine Schriften blieben zum Theile bei der Expedition und gingen mit dieser verloren, denn La Pérouse's letzter Brief datirt aus Botanybay (7. Febr. 1788), dann verschwanden seine beiden Schiffe spurlos im Archipel der niedrigen Inseln. Erst 1827 ermittelten die Engländer die Insel Malicolo als Ort des Schiffbruchs.

Von der größten Bedeutung für die Lehre vom Erdmagnetismus waren die Arbeiten Humboldt's. Sie waren es schon im Anfange dieses Jahrhunderts, also in unserer Periode seines Lebens; sie gewannen aber noch an Wichtigkeit in unserm letzten Abschnitte, da er auch seinen persönlichen Einfluß zur Unterstützung der Lehre vom Magnetismus zu Hülfe nahm. Ueberhaupt scheint dieser Gegenstand in der letzten Zeit seines Lebens sein besonderes Schooßkind gewesen zu sein.

Zunächst bereicherte er die Wissenschaft mit einer großen Anzahl von Beobachtungen, wobei er besonders auf die am wenigsten vervollkommneten Zweige der Inclination und der Intensität Rücksicht nahm. Die Beobachtung der Declination genießt nämlich den großen Vortheil, daß man die Mittel hat, sie sehr genau anzustellen, wenn man die Nadel, welche sich in der Horizontalebene bewegt, an einem Coconfaden aufhängt. Hier ist der durch Hindernisse der Bewegung hervorgebrachte Widerstand ein Minimum, und darum sind auch die Declinationsbeobachtungen am genauesten und leichtesten zu bewerkstelligen. Will man aber die Neigung oder die Intensität beobachten, so muß man die Nadel in der Verticalebene um eine horizontale Axe schwingen lassen, die auf beiden Seiten der Nadel auf Widerlagern ruht und bei der Bewegung sich an ihnen reibt, wodurch, wenn das Instrument nicht mit größter Sorgfalt gearbeitet ist, bedeutende Fehler entstehen können. Niemals aber kann man die Vollkommenheit erreichen, welche die hängende Declinationsnadel besitzt. In neuerer Zeit hat man zwar gelernt, durch Zuhülfenahme von verticalstehenden Eisenstäben, die beiden genannten Elemente mit Hülfe der horizontalschwingenden Nadel allein zu erhalten, wie

---

1) Humboldt sagt hierüber (Kosmos I. 433): „Man weiß bestimmt, daß sie schon im Julius 1787 in den Händen Condorcet's waren; sie sind aber trotz aller Bemühungen bis jetzt nicht wieder aufgefunden worden.

dieſes z. B. bei Lamont's Reiſetheodolithen geſchieht, aber nichtsdeſtoweniger iſt die Beſtimmung immer umſtändlicher und unſicherer.

Die erſten Beobachtungen Humboldt's finden ſich bereits in den Annalen der Phyſik von Gilbert 1801 aus einem von Caracas datirten Briefe an Lalande abgedruckt und in Hanſteen's Unterſuchungen über den Magnetismus der Erde (S. 67) republicirt; außerdem ſind die Mittheilungen zerſtreut in der Relation historique, Poggendorff's Annalen u. ſ. w. Humboldt hat jedoch das Zuſammenſuchen aller dieſer Notizen dadurch überflüſſig gemacht, daß er in einer Beilage zu dem dritten Bande der Relation historique alle Beobachtungen über magnetiſche Inclination und Intenſität vereinigte, welche er von 1798—1829 in Amerika, Europa und Aſien gemacht hatte. Außer dieſen Beobachtungen verdanken wir Humboldt noch zwei Abhandlungen, von denen er die eine mit Biot, die andere mit Gay-Luſſac bearbeitete. Die erſtere der beiden führt den Titel: Sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes (Journal de physique LIX. 1804), die andere: Observations sur l'intensité et l'inclinaison des forces magnétiques etc. (Mémoires de la société d'Arcueil I. 1806). Der erſten Arbeit dienen größtentheils die amerikaniſchen Beobachtungen, der andern ſpäter auf einer Reiſe nach Italien (1805 und 1806) angeſtellte als Baſis.

Vor Humboldt's Reiſe nach Amerika war die Kenntniß von der Inclination in den Tropen noch ſo weit zurück, daß man glaubte, der magnetiſche Aequator falle mit dem aſtronomiſchen zuſammen. In der aus ſeinen Briefen entnommenen geognoſtiſchen Skizze von Südamerika[1] finden wir (S. 400) die Notiz: „Ich habe zu St. Carlos del Rio Negro unter 1° 35′ n. B. die magnetiſche Inclination, von der man bisher wähnte, ſie ſei unter dem Aequator 0, mit einer Borda'ſchen Bouſſole 20° 35′ gefunden.“[2] Es erhellt hieraus, daß die Neigung am aſtronomiſchen Aequator nicht 0 ſein konnte, da ſie ſonſt auf der kurzen Strecke von 1° 35′ Bogen um 20° 53′ abnehmen müßte, was unerhört wäre.

War es nun ausgemacht, daß der aſtronomiſche und der magnetiſche Aequator nicht zuſammenfallen, ſo blieb noch übrig, anzugeben, wo letzterer ſich befinde. Humboldt und Biot hatten 1805 nur zwei directe Beobachtungen, in denen die Nadel horizontalſtehend gefunden wurde. Zuerſt

1) Annalen der Phyſik von Gilbert, XVI. 1804.

2) Doch geht aus der Humboldt-Biot'ſchen Arbeit S. 439 hervor, daß Wilke und Lemonnier anderer Anſicht waren.

hatte es La Pérouse an der Küste von Brasilien in 10° 57′ s. Br. und 25° 5′ w. L. von Paris gesehen, dann Humboldt in 7° 1′ s. B. und 80° 41′ w. L. von Paris. Daraus und aus den Vermuthungen von Wilke und Lemonnier schlossen sie, daß der magnetische Aequator ein größter Kreis (derjenige Kreis, in welchem eine durch den Mittelpunkt einer Kugel gelegte Ebene die Oberfläche der Kugel schneidet) sei, der gegen den astronomischen Aequator um 10° 58′ 56″ geneigt ist, und ihn unter 120° 2′ 5′ w. L. und unter 59° 57′ 55″ östl. L. von Paris schneidet. Die Zusammenstellung der übrigen Beobachtungen zeigte ihnen, daß die Neigung der Nadel an verschiedenen Punkten der Erde sich erklären lasse, wenn man annehme, sie seien der Einwirkung eines ganz kleinen, aber nichtsdestoweniger sehr starken Magnetes ausgesetzt, der sich im Mittelpunkte der Erde befindet. Dieser kleine Magnet steht senkrecht auf der Ebene des magnetischen Aequators und seine Verlängerung schneidet die Erdoberfläche an zwei diametral gegenüberstehenden Punkten, den magnetischen Polen, die sich der eine in 79° 1′ 4″ n. Br. und 30° 2′ 5″ w. L., der andere im 79° 1′ 4″ s. Br. und 149° 57′ 55″ östl. L. von Paris befinden, die also von den neueren Bestimmungen (s. oben S. 261) ziemlich abweichen.

Nach der eben entwickelten Theorie wäre die Vertheilung der Linien gleicher Neigung über die Erde eine sehr regelmäßige, da sie sich gegen die beiden magnetischen Pole gerade so verhalten, wie die Breitenkreise zu den astronomischen Polen; doch haben die beiden Verfasser darauf aufmerksam gemacht, daß durch locale Umstände, wie eisenhaltige, magnetische Gebirgsarten veranlaßt, gelegentlich auch kleinere Anomalien vorkommen können.

Auch das Resultat der Humboldt-Gay-Lussac'schen Arbeit ist eine bei zunehmender Entfernung von dem Pole sehr regelmäßig abnehmende Neigung der Magnetnadel.

Mit der Lehre vom Magnetismus ist es in ähnlicher Weise gegangen, wie ich dieses bereits S. 143 bezüglich der Wärmelehre gezeigt habe. Solange man nur wenig Beobachtungen hatte, konnte man glauben, die Wärmevertheilung über die Erdoberfläche sei sehr regelmäßig und erst später lehrte der wachsende Reichthum an Erfahrungen das Gegentheil. So war es auch bei dem Magnetismus, nur folgten die Beobachtungen weitaus rascher. Schon Hansteen[1] war 1819 bei seinen Untersuchungen über den Magnetismus der Erde im Stande, nachweisen zu können, daß der magnetische Aequator kein größter Kreis, sondern eine mehrfach gekrümmte Curve sei, die

1) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. 46.

sich in der Gegend des astronomischen Aequators um die Erde schlingt, und daß diese Unregelmäßigkeiten sich auch bei den übrigen Isoclinen wiederholen.[1] Hansteen[2], der auch schon die seculare Veränderlichkeit der Neigung kannte, nahm zur Erklärung dieses Umstandes, also der Inclination wegen, 2 Magnete, also mit 4 Polen, in der Erde an, wie dieses schon vor ihm Halley gethan hatte, um die Declinationserscheinungen erklären zu können. Den einen der Südpole setzte er südlich von Neuholland, den andern südlich von Amerika; von den Nordpolen nahm er den einen in Nordamerika, den andern in Sibirien an. Beide Nordpole ließ er von West nach Ost, beide Südpole von Ost nach West, jedoch alle 4 mit verschiedener Geschwindigkeit sich bewegen.

Die Bestimmungen der Intensität des Erdmagnetismus waren, wie aus dem oben Angeführten erhellt, am Anfange unsers Jahrhunderts noch weiter zurück, als die der Inclination, da man gar keine Beweise hatte, ob die Intensität in verschiedenen Breiten constant sei oder nicht, denn die Lamanon'schen Beobachtungen, welche die angeregte Frage beantworten sollten, waren verloren gegangen.

Die ersten Versuche, welche über den Gegenstand veröffentlicht wurden, sind die oben erwähnten Humboldt'schen, von denen die Kunde aus seinen brieflichen Mittheilungen in Europa sich verbreitete. Humboldt hat zuerst thatsächlich nachgewiesen, daß die Intensität des Erdmagnetismus in den verschiedenen magnetischen Breiten Aenderungen unterworfen sei, daß sie bei der Annäherung an den Aequator abnehme, weil die Zeit, die eine und dieselbe Nadel zur Vollendung einer Schwingung nöthig hat, mit abnehmender Entfernung von dieser Curve wächst. Eine und dieselbe Nadel machte in 10 Minuten in

Paris	245	Schwingungen,
Madrid	240	=
Cumana	229	=
magnet. Aequator in Peru	211	=
Mexico	242	=

Mit Humboldt beginnt mithin für diese Art von Untersuchungen eine neue Aera.

In der Abhandlung, die Humboldt mit Biot veröffentlichte, bespre-

---

1) Im Kosmos I. 190 hat Humboldt den Gang dieser Curve näher bezeichnet.

2) Untersuchungen u. s. w. 78 u. ff.

chen die beiden Verfasser diese Aenderung der Intensität, ohne jedoch den Versuch zu machen, sie einem Gesetze, wie diese Aenderung vor sich gehe, zu unterwerfen. Auch in der Humboldt-Gay-Lussac'schen Arbeit wiederholt sich die Erscheinung der mit zunehmender Entfernung vom Pole abnehmenden Intensität. Diese Arbeit ist es (S. 9), in welcher zuerst diejenige Kraft, mit welcher der Magnetismus im Aequator zu Peru wirkt, als die Einheit angenommen wird, nach der längere Zeit später, ja zum großen Theile jetzt noch, alle Intensitäten auf der Erde gemessen wurden. Es wurde oder wird das Verhältniß gesucht, in dem die jeweilig gefundene Intensität zu der von Humboldt in Peru gefundenen steht, und nach dieser Einheit sind auch zum größten Theile die späteren Intensitätskarten angelegt worden.

Als von der Expedition La Pérouse's alle Nachrichten ausblieben, schickte die französische Regierung am Anfange der ersten Revolution eine Expedition unter D'Entrecasteux aus, um La Pérouse zu suchen. Auf dieser Reise stellte De Rossel Schwingungsbeobachtungen zu Brest, auf Teneriffa, Amboina, Java und Vandiemensland an, die jedoch erst im Jahre 1808 veröffentlicht wurden.[1]

Die Versuche der Engländer, die nordwestliche Durchfahrt aufzufinden, veranlaßten i. J. 1818 die Reise des Capitains Roß nach der Baffinsbai, und dabei stellte Capitain Sabine eine Reihe von Beobachtungen von London bis zum nördlichen Ende der Baffinsbai an. Diese Beobachtungsreihe konnte jedoch mit der Humboldt'schen nicht verglichen werden, weil erstere die Intensität des Magnetismus zu London als Ausgangspunkt genommen hatte, während Humboldt das Verhältniß von Paris zu Peru bestimmte. Um nun diese Vergleichung möglich zu machen, reiste der für den Magnetismus unermüdliche Hansteen eigens im Jahre 1819 nach London und Paris und so konnte Peru mit der Baffinsbai verglichen werden. Hansteen versuchte nun, isodynamische Karten zu construiren, um nach Ana-

---

1) Man vergleiche Kosmos I. 433. Ueber die Priorität Lamanon's sagt Humboldt (Kosmos I. 434): „Es ist nicht gewiß, aber sehr wahrscheinlich, daß Condorcet den Brief Lamanon's vom Julius 1787 in einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelesen hat; und eine solche bloße Vorlesung halte ich für eine vollgültige Art der Publication. Die erste Erkennung des Gesetzes gehört daher unstreitig dem Begleiter La Pérouse's an; aber, lange unbeachtet und vergessen hat, wie ich glauben darf, die Kenntniß des Gesetzes der mit der Breite veränderlichen Intensität der magnetischen Erdkraft erst in der Wissenschaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804."

logie der isogonischen und isoclinischen auch die Vertheilung der magnetischen Kraft graphisch darstellen zu können. Dieses Vorhaben führte er auch in der That für Schweden und Norwegen aus[1], zu denen seine eigenen täglich 5 mal zu Christiania angestellten Beobachtungen und seine Reisen in Norwegen, Schweden, Dänemark und Finnland ihm sowohl die Grundlage geboten, als auch ihm die Schwankungen der Intensität während des Laufes des Jahres gelehrt hatten; allein um die Curven über den Ocean ausdehnen zu können, fehlten Beobachtungen auf dem Meere noch allzusehr. Sabine half diesem Mangel ab, denn er lieferte gelegentlich seiner Expedition (1821—1823) zur Bestimmung der Pendellänge auch eine Reihe von Intensitäten vom 12. Grade südlicher Breite bis zur nördlichen Küste von Spitzbergen, und da mittlerweile auch die in Westeuropa noch bestehenden Lücken nach und nach ausgefüllt wurden, war am Schlusse unserer Epoche bereits ein großer Theil der Erdoberfläche, namentlich aber die atlantischen Gegenden bezüglich der Vertheilung der magnetischen Kraft bekannt.

Zu dem täglich einmaligen Hin- und Hergehen der Declinationsnadel, das oben (S. 260) angedeutet wurde, hat Humboldt auf seiner Reise nach Italien (1805) noch ein zweites entdeckt, das sich jedoch in engeren Gränzen hält und kürzer dauert als das erste. Das Nordende der Nadel geht bei uns, wie man seit langer Zeit weiß, von Morgens 6 Uhr (ungefähr) bis Mittags 1 bis 2 Uhr nach Westen und geht von da an bis etwa Mitternacht ostwärts, dann aber kehrt es wieder um, lenkt aber bald wieder ein und ist um 6 Uhr Morgens wieder östlicher als es um Mitternacht war. Diese zweite Bewegung ist Humboldt's Entdeckung[2]; man hatte früher geglaubt, die Nadel gehe von Mittag an bis zum andern Morgen fortwährend ostwärts.

Die Geographie.

Wenn man aufmerksamen Blickes die Form der Curve betrachtet, in welcher die Continente und Oceane der Erde sich begränzen, so kann es unmöglich entgehen, daß die Continente gegen Süden hin in eine Spitze aus-

---

1) Poggend. Annalen f. 1823. No. 3.

2) Auszüge aus einem Briefe Humboldt's an Karsten (Rom, 22. Juni 1805) „über vier Bewegungen der Magnetnadel, gleichsam vier magnetische Ebben und Fluthen, analog den Barometerperioden" in Hansteen, Magnetismus der Erde S. 459.

laufen, gegen Norden dagegen mehr und mehr an Breite gewinnen. Bereits Baco von Verulam, unter Jacob I. Lordkanzler von England, hat diesen Umstand in seinem Neuen Organon unter die similitudines physicae in configuratione mundi gerechnet. Später hat Reinhold Forster[1] die Gestaltung der Continente näher untersucht und gezeigt, daß die schmalen Südspitzen alle hoch und felsig, die äußersten Enden nordwärts fortlaufender plötzlich abbrechender Gebirgsketten seien und daß östlich von der Südspitze eine oder mehrere Inseln liegen, wie bei Amerika die Falklandsinseln und Staaten-Eiland, bei Afrika Madagascar, bei Indien Ceylon, bei Neuholland Neuseeland. Eine weitere Eigenthümlichkeit fand Forster darin, daß im Westen der Festländer eine größere oder kleinere Bucht sei. Er war geneigt, die Veranlassung zu dieser überraschenden Gleichförmigkeit in einer gemeinsamen Ursache zu suchen und anzunehmen, ohne es jedoch fest behaupten zu wollen, daß jene Aehnlichkeiten in der Gestalt der Länder einer gewaltsamen Ueberschwemmung von Südwesten her ihr Dasein zu verdanken haben. Die Fluth hätte also ein früher vorhandenes Land theilweise zerschellt, die Inseln auf der Ostseite der widerstehenden Theile liegen gelassen oder hingeworfen, dafür aber westlich davon die Meerbusen ausgehöhlt.

Das vergangene Jahrhundert war die goldene Zeit der Systematik und das größte Vergnügen der Gelehrten war es, die Gebilde der Natur in regelrechten Reihen und Gliedern auftreten zu lassen. Ob dabei von Hause aus verwandte Gegenstände von einander gerissen wurden oder nicht, war ziemlich gleichgültig, wenn nur die einmal aufgestellte Norm dabei gewahrt blieb. Man möchte fast glauben, es sei diese Richtung ein Analogon zu dem Geschmacke gewesen, die Bäume in den französischen Anlagen zu Figuren zusammen zu schneiden, die sicherlich von der eigenthümlichen Gestalt himmelweit abwichen. Wie sich nun damals die Pflanzen gefallen lassen mußten, nach dem künstlichen Systeme Linné's blos nach der Zahl und Anordnung ihrer Staubgefäße registrirt zu werden, so konnten auch die Gebirge ihrem Schicksale, in ein System gepreßt zu werden, nicht entgehen, und dieses um so weniger, als bei der geringen Bekanntschaft mit den wirklich vorhandenen Thatsachen diese der Systematik nicht so viele Hindernisse in den Weg legten als sie wohl jetzt thun würden.

Bei dem Bestreben, in der Vertheilung der Gebirge eine wissenschaftliche Ordnung einzuführen, kam Buache[2] zu der Ansicht, daß von einzelnen

1) Berghaus, Allgemeine Länder- und Völkerkunde II. 413.

2) Essai de géographie physique, où l'on propose des vues générales sur

Punkten der Erde Gebirge sich strahlenförmig vertheilen, und indem die Strahlen zweier oder mehrerer an anderen Stellen sich schneiden, dort wieder Gebirgsstöcke bilden, die natürlich mit der Zahl der sich vereinigenden Zweige an Mächtigkeit zunehmen. Betrachtet man die Gebirge als Erhöhungen des Bodens über das umgebende Land, so wird, wenn man sich dieses letztere weit unter den Spiegel des Meeres versenkt denkt, das Gebirge eine streifenartige Untiefe vorstellen und seine höchsten Gipfel werden vielleicht gesondert als Inseln bis an die Luft hervorragen.

Diesem Schlusse und der Richtigkeit seines Systemes vertrauend, vertheilte nun Buache die ganze Erdoberfläche über und unter der Meeresfläche in eine größere Anzahl von Feldern, begränzt durch die sternförmig von einzelnen Mittelpunkten ausgehenden Gebirgslinien. Diese Ketten verbanden nach seiner Ansicht Südamerika mit Guinea, Nordamerika mit dem Atlas und von Neufoundland aus mit England u. s. w. In Europa setzte er einen Hauptgebirgsknoten in die Schweiz, einen anderen in das Innere von Rußland an die Quellen des Don und der Wolga, und auch in Amerika nahm er einen Knoten im Süden, einen anderen im Norden an, deren Ausläufer sich auf der Landenge von Panama treffen sollten. Es möge, die Unrichtigkeit dieses Systems zu bezeichnen, genügen anzuführen: daß in der Gegend der Don- und Wolgaquellen gar kein Gebirge existirt und daß Buache den nordamerikanischen Gebirgsknoten gerade dahin verlegte, wo man später die canadischen Seen fand.

Buffon[1] ging bei seinen Betrachtungen über die Vertheilung der Unebenheiten auf der Erde von etwas abweichenden Grundsätzen aus. Er suchte in der Richtung derselben eine gewisse Beziehung zu den Meridianen und Parallelkreisen auf und war nicht abgeneigt, die Erde mit einem Netze von Bergketten zu überziehen, wie es die Meridiane und Breitenkreise auf unsern Karten zeigen.

Auf Humboldt konnten wenigstens für seine jüngeren Jahre diese allgemeinen Anschauungen um so weniger ohne Einfluß bleiben, als man sich damals noch nicht von der Unrichtigkeit wenigstens der beiden letzteren Theorien überzeugt hatte.

Während der amerikanischen Reise gab Humboldt seinen Freunden in Europa soweit es bei dem damaligen Verkehre möglich war, von Zeit zu

---

l'espèce de charpente du globe, composée de chaines de montagnes qui traver sent les mers comme les terres etc. Mém. de Paris 1752.

1) Berghaus, Allgemeine Länder- und Völkerkunde II. 434.

Zeit brieflich Nachrichten über seine Forschungen, welche dann zum Theil veröffentlicht wurden. Auf diese Art kam auch eine Geognostische Skizze von Südamerika in den 16. Band der Gilbert'schen Annalen (1804). Hier erwähnt der Reisende ausdrücklich und bestätigend die Theorie Forster's, erweitert sie sogar, indem er (S. 405) sagt, daß das Wasser zwischen Amerika und Afrika von Süd nach Nord strömend durch die Gebirge Brasiliens nach Guinea nordöstlich hinübergedrängt, den Meerbusen von Guinea aushöhlte, dann durch die Gebirge von Oberguinea aufgehalten und zurückgeworfen gegen die amerikanische Seite drängte und den Meerbusen von Mexico ausarbeitete, worauf es wieder nordöstlich vorwärtsgehend sich im Norden verlor.

Auch eine Annäherung an die Theorie Buffon's kommt noch vor, wenn auch Buffon nicht namentlich citirt ist. So führt Humboldt (S. 403) unter den Gebirgsketten Südamerika's die meridianartig verlaufenden Cordilleren an, von denen sich breitekreisähnlich 3 Ketten gegen Osten ziehen und so zwischen sich und südlich von der südlichsten 3 von einander ganz getrennte Flachländer haben. Die südlichste Kette ist die von Chiquitos, deren Fortsetzung Humboldt im Gebirge von Congo in Afrika sucht. Die beiden andern Ketten sind das Parimegebirge und die Küstenkette von Venezuela, deren Fortsetzungen in Afrika in die Sahara fallen. Auch Buffon und Buache hatten solche Verbindungen zwischen den beiden Welttheilen angenommen. In den späteren Schriften Humboldt's ist hievon nicht die Rede.

Ehe Humboldt und Bonpland ihre Reise nach Südamerika antraten, war die geographische Kunde dieses weiten Gebietes in einem nichts weniger als befriedigenden Zustande. Die beiden Kronen von Spanien und Portugal hatten den größten Theil des Landes an sich gerissen, während der im äußersten Süden befindliche Rest, wie auch noch heut zu Tage, den Wilden überlassen blieb. Von den beiden europäischen Mächten geschah im Ganzen wenig für die Ermittelung der geographischen Verhältnisse ihrer Kolonien, sie hüteten dieselben ängstlich vor dem Zutritte von Fremden und die portugiesische Regierung ging sogar so weit, alles das, was von ihrer Seite entdeckt wurde, mit möglichster Sorgfalt geheim zu halten, um ja jeder Concurrenz mit dem übrigen Europa vorzubeugen.

Man verdankte damals einige Kunde von dem Innern verschiedenen Expeditionen, die auf lügenhafte Berichte hin gemacht wurden, um das fabelhafte Land Eldorado, die reichen Städte der Amazonen und andere Goldländer aufzusuchen, Expeditionen die allerdings in Beziehung auf ihre

Hauptaufgabe ein negatives Resultat lieferten, von denen man jedoch nebenbei einiges von dem erfuhr, was sie wirklich gefunden hatten.

Am Anfange des vorigen Jahrhunderts[1] hatten die unaufhörlichen Seeräubereien der Flibustier an der westlichen Küste von Amerika die spanische Regierung genöthigt, im Jahre 1702 französische Kreuzer[2] zuzulassen und die französische Akademie benützte die Gelegenheit auf diesen Schiffen Männer mitzusenden, welche astronomische Beobachtungen zu machen verstanden. Unter diesen war der Pater Louis Feuillée, welcher Buenos-Ayres und Lima astronomisch bestimmte. Er war der erste Astronom, der mit einiger Genauigkeit die Lage eines Theiles der Küsten von Patagonien, Chili und Peru angegeben hat. Nach und nach bestimmte man während des vergangenen Jahrhunderts die Küsten, wozu namentlich die Expeditionen anderer Nationen, wie z. B. der Engländer (durch Cook's Reisen) beitrugen.

Im Innern des Landes geschah nur wenig. Um den Schleichhandel zwischen den spanischen und portugiesischen Kolonien unmöglich zu machen, hatte die spanische Regierung (1595) das Verbot erlassen, die Entdeckungen gegen Brasilien hin über Santa Cruz de la Sierra auszudehnen; es wurde sogar untersagt, die schon gemachten Entdeckungen fortzusetzen und ferner zu benützen, damit man dadurch einen wüsten Gürtel von 300 Meilen Breite bekäme, welcher die beiden Länder begränzte. Die Portugiesen machten sich diese Maßregel zu Nutzen, um in dem herrenlosen Gebiete vorzudringen, und dadurch gewannen sie den Gürtel. Das war es nun nicht, was die Spanier haben wollten und nach manchfachem Hader wurde 1751 eine spanische Commission aufgestellt, um die Gränzen zu berichtigen. Die Spanier brachten es den Portugiesen zum Trotze dahin, daß sie die Provinz Paraguay und deren Nachbargebiete aufnahmen, und einen Bezirk von 420 Meilen von Nord gegen Süd, sowie von 200 Meilen von Ost gegen West erforschten. Von 1735—1745 waren die französischen Akademiker la Condamine, Bouguer und Godin, denen sich die Spanier Don Jorge Juan und Don Antonio Ulloa anschlossen, damit beschäftigt, die Länge eines Grades in Peru zu messen, und dabei untersuchten sie dieses Land. Im Jahre 1754 ging eine zweite Gränzberichtigungscommission unter Don José Yturriaga,

1) Der nachfolgende Abriß der Geschichte geographischer Entdeckungen in Südamerika vor der Reise Humboldt's ist dem Discurso sobre el estado de la Geografia de la America Meridional por Don Felipe Bauzá, Madrid 1814, entnommen.

2) Damals gehörte der südliche Theil der jetzigen Vereinigten Staaten zu Frankreich.

Don Antonio Urrutia und Don José Solano den Orinoco hinauf. Ihre Aufgabe war die Untersuchung des oberen Orinoco, des Rio Meta gegen Santa fé de Bogota hin. Die Leitung der Arbeiten am Orinoco hatte Solano, allein die Mißgunst der Jesuitenmissionäre, der Vorgänger der Observanten und Franziskaner, welche Humboldt angetroffen hat, war die Ursache, daß diese Expedition jämmerlich scheiterte, denn von 325 Personen, die daran Theil nahmen, blieben nur 13 am Leben, und Solano würde ein Opfer der Hungersnoth geworden sein, wenn er nicht auf den Gedanken gekommen wäre, gebratene Regenwürmer zu essen. Er versicherte ferner, daß, wenn nicht der Beistand der wilden Eingebornen sie gerettet hätte, alle umgekommen wären. Solano[1] kam nie über San Fernando de Atabapo (S. ob. S. 91) hinaus und sah weder den Rio Negro, noch den Cassiquiare oder den Orinoco östlich von der Mündung des Guaviare. Fast zu gleicher Zeit mit Solano war Don Francisco Requena in Santa Fé und Guayaquil beschäftigt, von welch letzterer Provinz er eine Karte aufnahm; auch untersuchte er die Flüsse Yupurá, Putu Mayo und den Napo bis zu ihrer Einmündung in den Amazonenstrom.

Durch diese Untersuchungen hatte man einen wenn auch sehr oberflächlichen Ueberblick über den spanischen Theil von Südamerika erlangt[2] und für Humboldt blieb daher nach den genannten Vorgängern noch genug zu thun übrig. Das von ihm untersuchte Land hat einen Flächeninhalt von mehr als 15,400 Quadratlieues. Vor ihm kannte man in Europa, wie er selbst angibt[3], weder die Richtung der Küstencordillere von Venezuela noch wußte man etwas von einer Cordillere von Parime und außer Quito gab es im Innern von ganz Südamerika keinen astronomisch genau bestimmten Ort. Er hat eine Anzahl von mehr als 700 Höhenmessungen, Breiten- und Längenbestimmungen gemacht und daher für die Kunde von Südamerika mehr gethan als irgend ein Forscher vor ihm, weshalb er auch nicht mit Unrecht der zweite Entdecker Amerika's genannt wird; denn während Columbus die Küstenstriche finden lehrte, lernte man durch Humboldt das Innere, wenigstens einen großen Theil desselben kennen.

Eine vorläufige Arbeit über die einschlägigen Gegenstände wurde schon

---

1) Humboldt Rel. hist. II. 492.

2) Brasilien (das Gebirge und den Amazonenstrom) bereisten in den Jahren 1817—1820, also nach der Humboldt'schen Expedition, v. Spix und v. Martius; Untersuchungen des Gebirges verdanken wir dem Baron v. Eschwege.

3) Rel. hist. III. 188.

vor seiner Rückkehr im Jahre 1801 im Journal de Physique von de Lametherie und in der oben S. 271 angegebenen Abhandlung veröffentlicht; in der Relation historique findet man geographische Notizen in großer Zahl. Einen großen Theil der geographischen Arbeiten Humboldt's findet man in dem Atlas géographique et physique sowie in dem Atlas, der zum Werke über Neuspanien gehört. Es sind hier nicht nur die Karten sämmtlicher von Humboldt selbst bereisten Landstriche nach seinen eigenen Messungen gezeichnet enthalten, sondern auch solche Zeichnungen, die theils auf seinen eigenen Untersuchungen, theils auf denen Anderer beruhen, welche letztere Aufzeichnungen er aus Handschriften oder in den Archiven in Mexico und Spanien sammelte, so daß die Atlanten alles das vereinigt bieten, was zur Zeit ihres Erscheinens überhaupt über das Innere von Südamerika und Mexico zu haben war.

Die geographischen Arbeiten Humboldt's beschränkten sich nicht auf die Feststellung von Längen und Breiten einzelner Punkte oder die Vereinigung derselben zu Landkarten; er richtete sein Augenmerk auch auf die Höhe der Orte über dem Meere. Bleibt man nämlich bei der einfachen Längen- und Breitenbestimmung stehen, so wird durch Vereinigung einer möglichst großen Anzahl von Punkten und der zweckmäßigen Anordnung derselben auf dem Papier als Karte der Beschauer sich die Umrisse eines Landes versinnlichen, sowie auch über die Vertheilung der Orte im Inneren des Landes sich Rechenschaft geben können. Man kann aber durch bloße Angabe der beiden genannten Größen nur eine Zeichnung bekommen, wie man sie etwa auf den sogenannten Eisenbahn- und Reisekarten sieht. Eine solche Darstellung eines Landes genügt noch nicht zur genauen Kunde desselben, und man hat sich daher genöthigt gesehen, auf den gewöhnlichen Landkarten durch besondere Schattirungen, Schraffirungen ꝛc. die Züge der Gebirge, Wälder ꝛc. anzugeben. Erst die sogenannte Reliefkarte erfüllt alle Bedingungen, die wir stellen können, wenn wir uns von der Gestaltung eines Landes Rechenschaft geben sollen. Die Reliefkarte verlangt, wenn sie nur einigen Anspruch auf Richtigkeit machen soll, eine weitaus mehr detaillirte Ortskenntniß als die Landkarte, denn in letzterer kann man die noch unbekannten Striche leer lassen, was bei der ersteren nicht so gut thunlich ist. Trotz der Reisen Humboldt's und Bonpland's und ihrer Nachfolger war es vor 30 Jahren noch nicht möglich, von Südamerika eine nur annähernd richtige Reliefkarte herzustellen, denn diese ganze Darstellungsweise ist wohl kaum älter, und Humboldt beschränkte sich daher darauf, von den von ihm bereisten Ländern Profilzeichnungen zu geben. Er wählte eine bestimmte durch das Land gezogene Rich-

tung und trug in den den einzelnen Orten entsprechenden Punkten die Meereshöhen derselben auf. Der Atlas géographique et physique sowie der zu dem politischen Versuche von Mexico gehörende Atlas enthalten eine größere Anzahl dieser Profile, welche die Landkarten in gewissem Sinne vervollständigen und der Reliefkarte näher bringen, denn während die Landkarte die Verhältnisse einer Gegend in horizontaler Richtung darstellt, thut es die Profilzeichnung in der verticalen.

Die Profilkarten sind nachgeahmt worden von Parrot und v. Engelhart für den Kaukasus, von Wahlenberg für die Schweizeralpen und Karpathen, von Schübler für Deutschland, von v. Oeynhausen und Dechen für Frankreich u. s. w.

Außer diesen graphischen Darstellungen finden wir in der Relation hist. III. unter den Noten zum 9. Buche eine größere Abhandlung, welche unter dem Titel: Esquisse d'un tableau géognostique de l'Amérique méridionale au nord de la rivière des Amazones et à l'est du méridien de la Sierra nevada de Merida die Höhenverhältnisse Südamerika's bespricht und von welcher bereits im vorigen Kapitel die Rede war.

„Von den 57 1000 Quadratmeilen[1], sagt Humboldt (S. 189), welche Südamerika umfaßt, ist ein Viertheil von Bergen bedeckt, welche entweder eine Kette bilden oder in Gruppen beisammen stehen: der Rest stellt Flächen dar, die lange, ununterbrochene Streifen bilden, welche mit Wäldern oder Gräsern bedeckt und ebener sind, als sie in Europa vorkommen. Bis in eine Entfernung von 300 Lieues vom Ocean erheben sie sich allmälig von 30—470 Toisen über dem Meere. Die beträchtlichste Bergkette von Südamerika erstreckt sich der größten Ausdehnung des Landes gleich von Süd nach Nord; sie ist nicht im Innern, wie die Alpen in Europa, oder beträchtlich von der Küste entfernt, wie der Himalaya und der Hindu-Koh, sondern befindet sich ganz am Westrande des Continents zunächst dem Gestade des stillen Meeres. Richtet man seinen Blick auf das Profil von Südamerika, das zwischen dem Chimborazo und Groß-Para durch die Amazonasebene gezogen ist, so sieht man, daß das Land wie eine geneigte Ebene unter einem Winkel von weniger als 25 Secunden mehr als 600 Meilen weit allmälig gegen Osten niedriger wird."

„Sollte je einmal bei dem jetzigen Zustande der Dinge sei es durch was immer für eine Ursache der atlantische Ocean sich um 1100 Fuß über sein jetziges Niveau erheben zu einer Höhe, die um ein Drittheil geringer ist als

1) 20 Meilen = 1 Grad.

die des Centralplateaus von Spanien und Bayern, so würden seine Wogen bis in die Provinz von Jaen de Bracamoros, bis an die Felsenriffe vordringen, welche den östlichen Abhang der Andescordilleren ausmachen. Die Erhebung dieses Kammes ist gegen den ganzen Continent so gering, daß des letzteren Breite bei dem Cap St. Rochus gemessen 1400mal größer ist, als die mittlere Höhe der Andes."

Unter den Gebirgen Südamerika's unterscheidet Humboldt eine Kette, die Andes, die von dem westlichen Theile der Magellanschen Meerenge bis zum Vorgebirge von Paria (Trinidad gegenüber) sich hinziehen, also noch die sogenannte Küstenkette von Venezuela einschließen. Gegen Norden nehmen die Andes in der Landenge von Darien eine Strecke lang bedeutend an Höhe ab, erheben sich aber dann neuerdings und setzen sich erhebend als Rocky Mountains im Norden fort. In Südamerika spalten sie sich wiederholt, um sich wieder in Gebirgsknoten zu vereinen, deren Humboldt 9 zählt. Diese Gebirgsknoten sind es aber nicht, in denen die höchsten Gipfel sich vereinen, letztere sind stets in den Zweigen und zwar wechselweise bald auf der Ost- bald auf der Westseite. Zwischen einzelnen derselben eingeschlossen sind Hochebenen, unter ihnen die höchste, die es auf Erden gibt, diejenige, deren Boden der Titicacasee ausmacht, und die bis 12060 Fuß sich über das Meer erhebt. Das Titicacathal bildet ein Wassersystem für sich, das von dem des Oceans vollkommen abgeschlossen ist, und von dem kein Tropfen in das Meer gelangt. Außer den Andes unterscheidet Humboldt noch 3 Berggruppen, die Sierra Nevada von Santa Martha (westlich vom Maracaybosee) die Sierra von Parime (zwischen 4° und 8° n.), um welche der Orinoco sich herumzieht, und das brasilische Gebirge (zwischen 15° und 28° s.). Bei dieser Vertheilung der Gebirge kommen 3 Ebenen oder Flachländer zum Vorschein, die 4 Fünftheile des östlich von den Andes gelegenen Südamerika ausmachen. Zwischen der Küstenkette von Venezuela und der Parimegruppe sind die Ebenen des Apure und des untern Orinoco, zwischen der Gruppe von Parime und den brasilischen Bergen liegen die Ebenen des Amazonenstromes und zwischen dem brasilischen Gebirge und dem Südende des Festlandes findet man die Ebenen des Rio de la Plata und von Patagonien. Da die Parimegruppe in Spanischguyana und die Gruppe von Brasilien mit den Andes von Neugranada und Oberperu nicht zusammenhängen[1], so sind die 3 Ebenen des unteren Orinoco, des Amazonas und des la Plata mit einander durch Uebergänge von beträchtlicher Breite

1) Also entgegen der früheren S. 271 angegebenen Ansicht Humboldt's.

verbunden. Diese Uebergänge werden von ganz geringen Erhebungen gebildet und sind Wasserscheiden. In dem ganzen weiten Raume von Südamerika östlich von den Andes gibt es keine Gruppe, die sich bis zur Schneegränze erhebt, ja sogar keine, die bis zu 1400 Toisen reicht. Dieses Verhältniß erstreckt sich auch über den östlichen Theil der nördlichen Hälfte des neuen Continents bis zum 60. Grade der Breite, während die höchsten Spitzen von Mexico bis zu 2770, die der Felsengebirge bis zu 1900 Toisen aufsteigen. Die exponirte Gruppe der Alleghanies, die ihrer östlichen Lage und der Richtung nach dem brasilischen Gebirge entspricht, geht nicht über 1040 Toisen hinauf. Die hohen Gipfel, welche den Mont-Blanc überragen, gehören einzig und allein der Längenkette an, welche vom 55. Grade s. B. bis zum 68. der nördlichen den stillen Ocean bekränzt, der Cordillere der Andes. Die einzige isolirte Gruppe, welche mit den schneebedeckten Gipfeln der Andes wetteifert, und die fast 3000 Toisen erreicht, ist die Sierra de Santa Martha. Sie liegt aber auch nicht östlich von den Andes, sondern nördlich zwischen den Ketten von Merida und Veragua. Auch der östliche Theil der Andes geht da, wo diese die sogenannte Küstenkette von Venezuela bilden, nicht bis zur Schneegränze. Vergleicht man dieses östliche Gebirge mit dem von Parime und von Brasilien, so ergibt sich eine Abnahme der Höhe von Nord nach Süd, wenn auch der Unterschied nicht sehr bedeutend ist.

Unter Einschluß der Antillen und der nordamerikanischen Alleghanies gibt Humboldt (S. 232) folgende Zusammenstellung der höchsten Gipfel der Ostgebirge Amerika's.

Gebirgssystem	Höchster Gipfel		
Brasilische Gruppe	Itacolumi (20 1/2 °s.)	900	Toisen
Parimegruppe	Duida (3 1/4 °n.)	1300	„
Außenkette von Venezuela	Silla von Caracas (10 1/2 °n.)	1350	„
Antillengruppe	Blaue Berge (18 1/5 °n.)	1138	„
Alleghanieskette	Mount Washington (44 1/4 °n.)	1040	„

„Alle 5 Gruppen," sagt Humboldt, „haben nahezu dieselbe mittlere Höhe von 5—700 Toisen und Höhenpunkte von 1000—1300 Toisen. Diese Uebereinstimmung auf einer Fläche, welche doppelt so groß ist, als Europa, scheint mir sehr merkwürdig zu sein. Kein Gipfel im Osten der Andes von Peru, Mexico und Oberlouisiana erhebt sich bis über die Gränze des ewigen Schnees. Man kann sogar hinzufügen, daß mit Ausnahme der Alleghanies auf keines der östlichen Bergsysteme auch nur zeitweise Schnee falle. Aus diesen Betrachtungen und allgemein auch aus der Vergleichung des neuen

Continents mit denjenigen Theilen des alten, die wir am besten kennen, mit Europa und Asien, folgt, daß Amerika, das sich auf der Halbkugel des meisten Wassers auf unserem Planeten befindet, sich mehr durch den Zusammenhang und die Ausdehnung der Niederungen als durch die Höhe und das Zusammenhängen seiner Längenkette auszeichnet. Auf beiden Seiten der Landenge von Panama, doch stets östlich von der Andescordillere, auf mehr als 600,000 Quadratlieues erreichen die Berge kaum die Höhe der scandinavischen Alpen, der Karpathen, der Monts-Dores (in der Auvergne) und des Jura. Ein einziges System, das der Andes, vereint in Amerika auf einer schmalen Zone, die eine Länge von 3000 Lieues hat, alle Gipfel, welche sich über 1400 Toisen erheben. In Europa dagegen, selbst wenn man nach allzu systematischen Ansichten die Alpen und Pyrenäen als ein einziges Erhebungssystem betrachtet, findet man weit entfernt von diesem Hauptkamme in der Sierra Nevada von Granada, in Sicilien, Griechenland, in den Apenninen, vielleicht auch in Portugal Gipfel von 11—1800 Toisen Höhe. Dieser Gegensatz zwischen Amerika und Europa in Beziehung auf die Höhenpunkte, welche 13—1500 Toisen erreichen, ist um so auffallender, als diejenigen Gebirge im östlichen Theile von Südamerika, deren *höchste Gipfel* nur 13—1400 Toisen haben, an der Seite einer Cordillere liegen, deren *mittlere Höhe* über 1800 Toisen geht, während die Gebirge zweiten Ranges in Europa neben einer Hauptkette von weniger als 1200 Toisen *mittlerer Höhe* noch Gipfel von 15—1800 Toisen haben."

Zur Vergleichung der in gleicher Breite, aber unter verschiedenen Meridianen befindlichen Erhebungssysteme stellt *Humboldt* folgende Tafel auf.

Andes von Chili und Hochperu. Bergknoten von Porco und Cuzco. 2500'

Andes von Popayan und Cundinamarca. Kette von Guanacas, Quindiu und Antiochia. Ueber 2800'

Isolirte Gruppe von Schneebergen von Santa Martha. Geschätzt über 3000'

Brasilische Berggruppe, etwas niedriger als die Sevennen. 900—1000'

Berggruppe von Parime, etwas niedriger als die Karpathen. 1300'

Küstenkette von Venezuela 80' niedriger als die scandinavischen Alpen. 1350'

Andes von Guatimala und Oaxaca. 1700—1800'

Antillengruppe, 170' höher als die Berge der Auvergne. 1140'

Andes von Neumexico und Oberlouisiana (Felsengebirge, Rocky Mountains) und mehr im Westen die Seealpen von Neu-Albion. 1600—1900'

Alleghanikette, 160' höher als der Jura und die Ghats von Malabar 1040'

Diesen Thatsachen fügt Humboldt eine sehr interessante Beobachtung hinzu. In Europa sind diejenigen Gipfel von Gebirgen untergeordneten Ranges, die über 1500 Toisen hinaufsteigen, sämmtlich im Süden der Alpen und der Pyrenäen, also südlich von der Haupterhebung unsres Welttheils. Sie liegen auf derjenigen Seite der Erhebung, auf welcher sich diese am meisten der Küste nähert und wo das mittelländische Meer am meisten von dem Festlande verschlungen hat. Auf der entgegengesetzten Seite, also nördlich von den Alpen und Pyrenäen, erreichen die höchsten Gebirge, die Karpathen und die scandinavischen Berge, keine 1300 Toisen. Die Depression der Erhebungslinien zweiter Ordnung ist daher in Europa ebenso wie in Amerika auf derjenigen Seite, wo der Hauptkamm am weitesten von dem Meere entfernt ist. Hätte man nicht zu fürchten, daß man großartige Thatsachen nach einem zu kleinen Maßstabe beurtheilt, so könnte man die Verschiedenheit der Höhe der Andes und der ostamerikanischen Gebirge mit dem Höhenunterschiede vergleichen, den man zwischen den Alpen oder Pyrenäen und den Monts Dores, dem Jura, den Vogesen oder dem Schwarzwald beobachtet.

Sind die Gebirge Ostamerika's wenig entwickelt, so sind es dafür um so mehr die Flachländer. Geht man von Nord nach Süd, so folgen sich nacheinander das Bassin des Missisippi und von Canada, das Bassin des Golfs von Mexico und des Antillenmeeres, das Bassin des untern Orinoco und der Ebenen von Venezuela, das Bassin des Rio Negro und des Amazonas und die Ebenen des Rio de la Plata und von Patagonien.

Diese Bassins sind zwar durchaus flach und wenig gegen die Ebene des Horizonts geneigt, aber eine, wenn auch geringe Neigung, ist nichtsdestoweniger vorhanden. Wollte man in einem großen Flachlande die jeweiligen Gehänge bestimmen, so würde das für sich wohl ein schweres Stück Arbeit sein, da jede größere Ebene wieder in kleinere auf die verschiedenste Art gelagerte zerfallen kann. Glücklicherweise hat uns die Natur in der Eigen-

schaft des Wassers, sich stets den möglichst tiefen Punkt auszusuchen, den es erreichen kann, zu *fließen*, ein ganz bequemes Mittel an die Hand gegeben, die Neigung einer noch so flachen Gegend zu beurtheilen. Da das Wasser stets von dem höheren Punkte zum niedrigern geht, so darf man versichert sein, daß, indem man in einem Flusse von der Mündung zu einer Quelle geht, man *niemals bergab* zu steigen hat, und die Vertheilung der Flüsse und Flüßchen eines Landes lehrt unmittelbar die Art des Reliefs erkennen. Es ergibt sich hieraus die Wichtigkeit der Flußgebiete, von denen bereits oben (S. 92) die Rede war. *Humboldt* hat darum auch bei Besprechung der vorstehenden Bassins auf die Vertheilung des fließenden Wassers vorzugsweise sein Augenmerk gerichtet, ohne jedoch außer Acht zu lassen, daß der Kamm eines Gebirges, die Linie seiner größten Erhebung nicht jedesmal eine Flußgebietgränze sein müsse, da Ausnahmen nicht eben selten sind.

Das Bassin des Mississippi und von Canada ist im Osten durch die Alleghanies, im Westen durch die Andes von Neumexico und Oberlouisiana begränzt, im Norden und Süden offen, und führt seine Wasser durch den Mississippi, den St. Lorenz und die nördlichen Flüsse ab. Die Wasserscheide zwischen Süd und Nord ist eine einfache schwache Abdachung und durch kein Gebirge bezeichnet. Die Ebene ist großentheils eine Savane und die Gränze zwischen dieser und dem Waldlande läuft von Pittsburg gegen St. Louis, den Red River und Natchitotches, also der Ostküste und den Alleghanies ziemlich parallel.[1]

Das Antillenbassin ist eine Fortsetzung des vorigen, und ist größtentheils von Wasser bedeckt. *Humboldt* rechtfertigt die Annahme desselben aus geologischen Gründen, da die Vertheilung der Erdbeben einen Zusammenhang dieses Gebietes anzeigt. Das dritte Bassin ist eingeschlossen von der Küstenkette von Venezuela, der Cordillere von Neugranada, der Cordillere von Parime und ist von dem nächstfolgenden nicht nur durch kein Gebirge getrennt, sondern sogar durch den Cassiquiare damit verbunden. Es bietet zwei verschiedene Abdachungen: die eine, mehr nördlich, neigt sich von West nach Ost, die andere von Süd nach Nord. Der weitaus größte Theil dieses Flachlands besteht aus Savanen, den bereits erwähnten Llanos. Auch das Bassin des Amazonenstroms, das sich in Westen an die Andes anlehnt, besitzt zweierlei Abdachungen, von denen eine die des nördlichen Theils, von West gegen Ost gerichtet ist, während die südliche von Süd gegen Norden

1) In den „Ansichten der Natur", 3. Auflage I 70, ist angegeben, daß östlich vom Mississippi noch theilweise dichte Waldungen, westlich dagegen nur Grasfluren sind.

reicht und den Uebergang zu der Patagonischen Ebene vermittelt. Die Ebene ist bedeckt mit dichter Waldung. Hier zeigt sich die mächtigste Entwicklung der Pflanzenwelt auf beiden Continenten; doch findet man auf der von Süd nach Nord gehenden Abdachung einen Savanenstreifen, der gewissermaßen die Verbindung herstellt zwischen den Llanos von Venezuela und denen von Buenos-Ayres. Die letzte Ebene im Süden des brasilischen Gebirges wird wieder zum größten Theile von Savanen, den Pampas, eingenommen.

Die Vertheilung von Gebirge und Niederungen in Südamerika ist nach Humboldt folgende:

1) Berge:

Andes	58,900	Quadratseemeilen
Küstenkette von Venezuela	1,900	=
Sierra Nevada von St. Martha	200	=
Parimegruppe	25,800	=
Brasilisches Gebirge	27,600	=
	114,400	=

2) Ebenen:

Llanos des untern Orinoco, Meta und Guaviare	29,000	=
Ebenen des Amazonas	260,400	=
Pampas des Rio de la Plata und von Patagonien	135,200	=
Ebenen zwischen der Ostkette der Andes von Cundinamarca und der Kette von Choco (am Magdalenenstrome)	12,300	=
Ebenen an der Westküste der Anden	20,000	=
	456,900	=

Die Feststellung über die Gestalt von Amerika führte, wie oben angedeutet, Humboldt zu einer eingehenden Nachforschung über die Strömungen des Wassers auf dem Lande; wir besitzen aber auch Humboldt'sche Arbeiten über die Strömungen im Meere.

Die Gewässer des Oceans sind nicht ruhig, wie die eines Binnensees; sie sind in fortwährender Bewegung und man findet dort ungeheure Ströme, die zwischen Ufern, die selbst wieder von Wasser gebildet sind, dahinziehen.

Da nicht alle Breiten der Erde ihrer verschiedenen Lage gegen die Sonne wegen gleich erwärmt werden, muß das Wasser der Tropenmeere

offenbar eine höhere Temperatur besitzen, als das der andern Breiten. Da, wo das Meer am wärmsten ist, muß sich auch am meisten Wasser als Dampf in die Luft erheben, und die nothwendige Folge davon ist, daß das Niveau der Tropenmeere niedriger steht als das der andern. Stehen aber die verschiedenen Theile des Oceans, wie dieses in der That der Fall ist, unter einander in Verbindung, so ist es vollkommen unmöglich, daß der eine Theil ein niedrigeres Niveau hat, der andere ein höheres, und es folgt daraus nothwendig, daß von den höheren kälteren Breiten eine Strömung gegen den Aequator geht, um das dort entstandene Deficit wieder auszugleichen. Aehnlich wie in dem Passatwinde die Luft auf ihrem Wege vom Pole zum Aequator allmälig mehr und mehr eine westliche Richtung annimmt, so finden wir dieses auch bei dem Wasser des Meeres. Im Allgemeinen geht das Wasser, indem es sich dem Aequator nähert, in eine westliche Richtung über, und in der Gegend des Gleichers selbst finden wir sowohl im atlantischen, wie im stillen Ocean eine Strömung des Wassers von Ost nach West. Um aber das fortwährende Deficit zu decken, muß an den Westküsten der Continente süd- und nordwärts vom Aequator ein Strom gegen den Gleicher hingehen. Gäbe es kein Land auf der Erde, so würde die Wirkung vorstehenden Vorganges die sein, daß in der Gegend des Aequators ein Strom rings um die Erde herumliefe und daß aus den höheren Breiten fortwährend ein Zuschuß käme, um die durch stärkere Verdunstung hervorgebrachte Niveaudifferenz wieder auszugleichen. In der Wirklichkeit ist jedoch die Sache nicht so einfach, denn wie zwei Mauern legen sich der alte und der neue Continent dem Meeresstrome in den Weg und zwingen ihn, an ihnen angelangt, seine Bahn in höheren Breiten zu suchen und so den Kreislauf zu vollenden.

Die Strömungen des Meeres sind namentlich für den Seefahrer von außerordentlicher Wichtigkeit, denn es kann ihm unmöglich gleichgültig sein, ob sein Fahrzeug mit dem Strome oder gegen denselben gehe. Im ersten Falle wird, wie bei der Thalfahrt auf einem Flusse, die Reise beschleunigt, im andern, welcher der Bergfahrt entspricht, verzögert. Ein Strom, den der Seemann, ohne ihn zu kennen, durchschifft, bringt sein Schiff an Orte, die er zu besuchen nicht beabsichtigte, und schon manches Schiff ist den daraus entstandenen fehlerhaften Ortsbestimmungen zum Opfer gefallen. Hieher gehört namentlich eine von Rennell entdeckte und nach ihm benannte verhältnißmäßig wenig ausgedehnte Strömung, welche an der Westküste von Frankreich nordwärts gehend und sich quer vor den britischen Kanal legend, jährlich eine Anzahl von Schiffen an die irische Küste warf. In neuerer

Zeit, also nach der Reise Humboldt's nach Amerika, wo die Nautik so ungemeine Fortschritte gemacht hat, ist die Kenntniß von den Meeresströmungen namentlich durch Maury[1] zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gebracht worden.

Um den Gang einer Meeresströmung kennen zu lernen, gibt es verschiedene Mittel; doch ist gerade dasjenige, durch welches man die Richtung des Wassers auf dem Lande, wie in den Flüssen entdeckt, die Vergleichung der verschiedenen Stellungen eines auf dem Flusse treibenden Gegenstandes gegen einen festen Standpunkt am Ufer, von wo aus man den Gegenstand zuerst oben im Flusse, dann unten sieht, auf dem Meere darum nicht anwendbar, weil es dort keine festen Ufer gibt. Man ersetzt aber diesen Mangel dadurch, daß man untersucht, wie die Stellung eines Schiffes, dessen Bewegung nach dem Log berechnet wurde, von der wirklichen auf astronomischem Wege ermittelten abweicht. Man wirft versiegelte Flaschen in das Meer, welche Datum und den Ort des auswerfenden Schiffes auf Zetteln enthalten. Fischt ein anderes Schiff eine solche Flasche wieder auf, so kann aus dem Fundorte und der seit dem Auswerfen verflossenen Zeit auf die einstweilige Bewegung der Flasche geschlossen werden. Pflanzen, die in dem Meere treiben, richten sich im Schwimmen so, daß ihre Längsaxe mit der Richtung des Stromes zusammenfällt. Um die Gränzen eines Stromes zu finden, kann man auch das Thermometer benutzen, denn das Wasser, welches von dem Aequator kommt, muß wärmer sein, als solches, welches von Polargegenden kommt u. s. w.

Auf seinen Fahrten durch den atlantischen Ocean und das Antillenmeer machte Humboldt die Bekanntschaft mit den Strömungen dieser Gewässer, und wir finden im 1. Bande der Rel. hist. S. 65 u. ff. eine längere Abhandlung darüber.

Als er den stillen Ocean an der Küste von Peru besuchte, erkannte er dort eine Strömung, die von der südlichen Polarregion gegen den Aequator geht, und die nach ihm die Humboldtströmung[2] genannt wird. Duperrey[3] hat 1831 ihren Lauf näher angegeben. Ueber diese Strömung habe ich in Humboldt's eigenen Werken in Rel. hist. III. 508 und Krit.

---

1) Explorations and Sailing Directions to accompany the Wind and Current Chart. M. legt bei Erklärung der Entstehung der Ströme dem verschiedenen Salzgehalte des Wassers große Wichtigkeit bei.

2) Maury, Sailing Directions. 1858. I. 86.

3) Carte du mouvement des eaux à la surface de la mer dans le Grand Océan austral.

Unters. über die hist. Entwicklung der geogr. Kenntnisse in der neuen Welt, übers. v. Ideler, I. 337, nur ein Paar Notizen über Temperaturbeobachtungen gefunden, weshalb ich vermuthe, daß der Verfasser beabsichtigte, das Detail an einem andern Orte, wahrscheinlich in dem (nicht mehr erschienenen) vierten Bande der Rel. hist. zu bringen, da er dort jedenfalls an die Beschreibung seiner Reise auf diesem Strome gekommen wäre. Dagegen hat Berghaus[1] das Fehlende veröffentlicht, und gibt es als einer Handschrift A. v. Humboldt's entnommen an. Dieser Schrift sind auch die nachstehenden Sätze entlehnt.-

„Wie die Existenz und allgemeine Richtung des Golfstroms," sagt Humboldt, „Jahrhunderte lang den europäischen Schiffern vor der Temperatur bekannt waren, so war auch in der Südsee seit den frühesten Zeiten des beginnenden Verkehrs zwischen Chili, Lima und Guayaquil das Dasein einer großen Meeresströmung von Süd nach Nord und Nordnordwest beobachtet worden. Nur die niedrige Temperatur dieser Meeresströmung und der wichtige Einfluß derselben auf die fälschlich der Nähe der schneebedeckten Cordilleren zugeschriebene Kühle der peruanischen Küsten waren bei meiner Ankunft an dem Littoral der Südsee völlig unbekannt. Franklin hatte schon 1775 die Hoffnung geäußert, daß Physiker wohl einst im Ocean Flüsse kalten Wassers entdecken würden, welche Wasser hoher Breiten den niedern zuführen, wie er gezeigt habe, daß die mexicanischen Golfwasser umgekehrt aus niedern Breiten höheren zuströmend, einen Theil der empfangenen Tropenwärme dem Azorischen, ja selbst dem Cantabrischen Meere mittheilen. Fast 30 Jahre vergingen, ehe diese Hoffnung des großen Mannes erfüllt wurde, da zwischen La Condamine's und meiner Expedition jene Weltgegenden nur in botanischer und astronomisch-geographischer Hinsicht durch Ruiz und Pavon, wie durch Alessandro Malaspina's Begleiter durchforscht worden waren."

„Das erste Geschäft eines reisenden Physikers, wenn er nach langer Abwesenheit in Gebirgsgegenden an die Meeresküste gelangt, ist die Bestimmung der Barometerhöhe und der Temperatur des Wassers. Ich war mit letzterer beschäftigt in der Gegend zwischen Truxillo und Guaman, bei Callao de Lima und auf der Schifffahrt von Callao nach Guayaquil und Acapulco, in einer Strecke des stillen Meeres von mehr als 100 deutschen Meilen. Zu meinem größten Erstaunen fand ich das Meer an der Oberfläche unter Breiten, wo es außerhalb der Strömungen 26° bis 28°,5 ist, bei Truxillo,

1) Allg. Länder- und Völkerkunde. I. 575–592.

Ende September 16°,0, bei Callao, Anfang November 15,°5. Die Lufttemperatur war in der ersten Epoche 17°,8, in der zweiten 22°,7, also (was wichtig zu bemerken ist) 7° wärmer als der Ocean in der Strömung. Die Luft konnte also nicht das Meer erkältet haben, und ohne noch eine nähere Kenntniß von dem Klima von Lima oder der Epoche zu haben, in der die Garua herrscht, d. h. in der die Sonne von einer Nebelschicht verschleiert ist und Monate lang eine scharf begränzte rothgelbe mondartige Scheibe darbietet, faßte ich schon in Truxillo, bei der ersten Annäherung an die Küste, die seitdem durch viele Seefahrer bestätigte Ansicht, daß die peruanische Strömung eine Polarströmung sei, welche von hohen Breiten niedern zueilend, den Hauptsinuositäten der Küste in N. N. W. Richtung folgt, und daß die große Temperirtheit des peruanischen Küstenklima, ich kann sagen, die empfindliche Kälte, welche man mitten in den Tropen und wenige Fuß über dem Meeresspiegel erhaben in der sogenannten Wüste des Baxo-Peru erleidet, ihren Grund in der geringen Meereswärme und der gehemmten Wirkung der Sonnenstrahlen während der Garua (drei- oder viermonatlicher Verschleierung der Himmelsdecke) hat."

„Die Strömung begünstigt dermaßen an diesen Küsten jede Fahrt von Süd nach Nord, daß man leicht in 4—5 Tagen von Callao nach Guayaquil, in 8—9 Tagen von Valparaiso nach Callao (Entfernung über 400 deutsche Meilen) schifft, wenn man zu dem Rückwege, gleichsam stromaufwärts, mehrere Wochen, ja in einzelnen Fällen Monate braucht. Auf meiner Fahrt war die Temperaturerhöhung der kalten Strömung, wie ich mich dem Aequator näherte, bis $4\frac{1}{2}^0$ s. B. nicht sehr bedeutend, kaum von 1°,2. Das Meer zeigte, so lange wir in der Strömung waren, zwischen 21°,0 und 22°,5. Die Besorgniß, daß trotz der großen Tiefe des Meeres an der peruanischen Küste die Nähe der Küste selbst die Temperatur des Oceans könne modificirt haben, wurde bald entfernt, da ich auf offenem Meere, 25—30 deutsche Meilen von dem festen Lande entfernt, die Wasser auch noch 21°,0 wie zwischen Callao und der Insel San Lorenzo fand. Die Strömung wendete sich plötzlich bei dem Vorgebirge Cabo Blanco gegen Westen und wir geriethen nun in wenigen Stunden von Wassern von 20°,4 — 20°,6 in Wasser von 27°."

Die Wasser des peruanischen Küstenstromes gehen, wie man jetzt genau weiß und wie man in allen Seekarten findet, von dem Polarmeere her gegen Norden, wie schon Humboldt angenommen hat; in der Gegend des Aequators angekommen, wendet sich der Strom, indem er sich mit einer von Norden her kommenden, an der Küste von Californien passirenden Strömung,

die jedoch schwächer ist als die südliche, verbindet, nach Westen und bildet ein Analogon zu der Aequatorialströmung im Atlantischen Ocean, die vom Meerbusen von Guinea nach Amerika geht.

Unter allen Problemen, welche die Geographie heutzutage zu lösen hat, nehmen diejenigen, welche mit dem wissenschaftlichen Interesse auch zugleich ein praktisches von bedeutendem Gewichte verbinden, die ersten Plätze ein, und unter diesen Arbeiten sind wieder besonders jene zu erwähnen, welche sich die Auffindung oder Herstellung neuer Verkehrswege zur Aufgabe gemacht haben. Seit Jahrtausenden ist es eine ausgemachte Thatsache, daß unter den zweierlei Straßen, die dem Menschen zu Gebote stehen, dem Wasser- und dem Landwege, ersterer so bedeutende Vorzüge vor dem letzteren hat, daß man sogar gewohnt ist, die Zugänglichkeit oder Unzugänglichkeit irgend einer Gegend nach der Beschaffenheit der dahin führenden Wasserstraßen oder nach der Entfernung von denselben zu beurtheilen. Aus diesem Grunde waren mit verhältnißmäßig ganz unbedeutenden Ausnahmen sämmtliche Handelsvölker alter und neuer Zeiten Insel- oder Küstenbewohner.

Die gegenwärtige Vertheilung von Land und Meer auf der Erde bedingt nach der Zahl der (wenn man die beiden Eismeere auch zu den Oceanen rechnet) in dem bewohnbaren Theile der Erde befindlichen Oceane drei große Verkehrssysteme, das des atlantischen, des großen und des indischen Oceans.

Vor der Entdeckung von Amerika kannte man außer einem beschränkten Theile des atlantischen Systemes nur noch ein zweites, das indische, und das Bestreben, einen Wasserweg aus dem einen in das andere zu finden, hat, wie im nächsten Abschnitte gezeigt werden soll, zur Entdeckung des Weges um das Cap der guten Hoffnung und zur Entdeckung von Amerika geführt. Eine Folge dieser Entdeckungen war die Auffindung eines dritten oceanischen Beckens, des Beckens der Südsee.

Die Verbindung zwischen diesen drei Systemen, welche die Natur hergestellt hat, ist durchaus nicht allenthalben gleich ausgebildet. Am günstigsten sind die Verhältnisse für den Verkehr zwischen den Systemen des indischen und des großen Oceans, denn beide Meere hängen in zwei weiten Durchfahrten zusammen, von denen die eine dem Aequator nahe im indischen Archipelagus, die andere in der gemäßigten Zone südlich von Neuholland in durchaus nicht hohen Breiten und in einem wenigstens nicht sehr unruhigen Meere ist. Weitaus weniger günstig ist die Lage, wenn man die Verbindungen des atlantischen Oceans untersucht, und gerade für den nördlichen

Theil seiner Küste, für die europäisch-nordamerikanischen Länder sind die Schwierigkeiten am allergrößten. Zwischen dem atlantischen und dem indischen Becken gibt es, wie zwischen diesem und dem pacifischen, zwei Stellen, an welchen ein Verkehr zwischen beiden Gebieten möglich ist, aber die eine Straße zwingt uns zu einem ungeheuren Umwege um ganz Afrika, die andere, das Gränzgebiet zwischen Afrika und Asien, ist durch Land unterbrochen. Zwischen dem atlantischen Ocean und dem stillen gibt es strenge genommen vier Straßen; von ihnen aber sind zwei, die durch das nördliche Eismeer gehen (nordöstliche und nordwestliche Durchfahrt) für den Verkehr nicht zu gebrauchen. Die dritte Straße, die um das Cap Horn oder durch die Magellansenge, zwingt, wie die um das Cap d. g. Hoffnung, die Schiffe zu einem noch größern Umweg, dem sie das Schlimme hinzufügt, daß die Südspitze von Amerika von einem äußerst stürmischen Meere umgeben ist, in welchem fast das ganze Jahr der Westwind weht, so daß man kaum um das Cap herumkommen kann, während die Fahrt durch die Magellanstraße durch Klippen höchst unsicher gemacht wird. Der letzte Weg, der noch bleibt, ist nicht eine offene Wasserstraße, sondern wird durch Land unterbrochen, gerade wie dieses bei der uns viel bequemer gelegenen Suezstraße der Fall ist.

So lange der ganze Westen im Besitze der spanischen Krone war, die es sich zur Aufgabe machte, allen Verkehr, namentlich mit Fremden, möglichst zu hindern, so lange ferner China und Japan ihre Gränzen jedem Fremden absperrten, und Neuholland nichts als ein großer Behälter für diejenigen war, die sich mit den englischen Gesetzen überworfen hatten, so lange waren die weiten Gebiete des großen Oceans verödet und kaum ein Paar Schiffe durchschnitten jährlich seine Wellen. All dieses hat sich geändert und den ersten Anstoß hiezu hat der Abfall der spanischen Kolonien gegeben. Jetzt erst konnte man im Ernste daran denken, das, was die Natur unvollendet gelassen, durch Kunst zu ersetzen und die Wasserstraße von dem einen Ocean in den andern durch einen Kanal herzustellen, denn was hätte früher ein solcher genützt, wenn er in ein ganz unbefahrenes Meer gemündet hätte? Der Erste, der schon vor einem halben Jahrhundert auf diesen Umschwung aufmerksam machte, und die bisher bekannten Thatsachen sammelte war Alexander von Humboldt. Er sagt[1]: „In einer Zeit, wo der neue Continent die Schicksalsschläge, die Europa treffen und seine ewigen Streitigkeiten benutzt und in der Civilisation reißende Fortschritte macht, in einer Zeit, in welcher der Handel mit China und mit Nordwestamerika von

1) Essai politique sur la Nouv. Espagne I. 12.

Jahr zu Jahr gewinnbringender wird, ist der Gegenstand, den wir hier im Allgemeinen erörtern, für die Lage des Handels und das politische Uebergewicht der Staaten vom allergrößten Interesse."

Seit dieser Zeit hat sich der Verkehr auf dem großen Ocean von Jahr zu Jahr gesteigert, und namentlich die Entdeckung der reichen Goldländer von Californien und Australien hat mächtig hiezu beigetragen. Damit hat sich die Nothwendigkeit eines in niedrigen Breiten von Amerika befindlichen Verbindungsweges wesentlich gesteigert, und wenn man auch noch nicht darüber einig geworden ist, wo der Kanal erbaut werden soll, so gibt man sich doch gegenwärtig alle Mühe, das Terrain zu studiren, um den möglichst geeigneten Platz für das große Werk ausfindig zu machen.

Soll irgendwo ein Kanal angelegt werden, so ist die erste Aufgabe die, bei sonst gleichen Vortheilen an Kosten möglichst zu sparen, und man wird daher, wenn man von dem einen Wassergebiete in's andere überzusetzen hat, einen Fluß möglichst weit hinauffahren, also die Natur möglichst weit benutzen. Oben angelangt, muß der Weg bis zu einem andern Flusse, der dem andern Gebiete angehört, künstlich fahrbar gemacht werden, und dann geht es in diesem wieder abwärts. Sind Höhendifferenzen zwischen den zu verbindenden Strecken vorhanden, so muß durch Schleusen nachgeholfen werden. Lebensfrage für einen Kanal bleibt stets die, ob in der Höhe hinlänglich Wasser vorhanden ist, ihn auch bei lebhaftem Verkehr zu speisen, und bei ihrer Verneinung kann von einem Kanale auch unter den sonst günstigsten Umständen nicht die Rede sein. Die Nothwendigkeit, an einem Kanale Schleusen anzubringen, ist stets ein Uebelstand, da die Unterhaltung des Bedienungspersonals große Kosten macht, und die Schleusen selbst einer Menge von Reparaturen unterworfen sind. Die Kanäle sind aus diesem Grunde in Beziehung auf Terrainverhältnisse viel schwieriger, als die Eisenbahnen, welche schiefe Ebenen, die bis zu 2 Procenten geneigt sind, ertragen können; dagegen gewährt ein bedeutender Kanal ohne Schleusen, auf dem größere Schiffe ohne umzuladen fahren können, große Vortheile, und ein Kanal durch Mittelamerika, der für Seeschiffe zugänglich ist, wäre trotz aller Eisenbahnen etwas sehr Wünschenswerthes.

Humboldt hat, soweit ihm die mexicanischen Archive das Material boten, bereits in seinem Essai politique sur la Nouvelle Espagne (I. 13) die verschiedenen Stellen bezeichnet, an denen sich die Wasser der zum atlantischen Ocean gehörenden Flüsse denen des pacifischen Systems außergewöhnlich nähern, und er bezeichnet nachstehende 9 Punkte, zu denen er in dem Atlas auch die Karten geliefert hat.

1) In 54° 37′ n. B. nähern sich die Quellen des Friedensflusses oder Unigigah auf 7 Meilen denen des Tacutschè Tessè, den man für identisch mit dem Columbia hält. Der erste Fluß geht nach dem nördlichen Meere, nachdem er sich mit den Wassern des Sclavensees und des Makenzie verbunden, der andere fällt in das stille Meer. Beide Flüsse sind durch die Rocky Mountains getrennt, die sich 550 Toisen über die angränzenden Flächen erheben.

2) Unter 40° n. B. sind die Quellen des Rio del Norte oder Rio Bravo, der sich in den Meerbusen von Mexico ergießt, von den Quellen des zum pacifischen Systeme gehörenden Colorado durch ein gebirgiges Terrain von 12—13 Meilen Breite, eine Fortsetzung der Cordillere des Geraß getrennt.

3) Der Isthmus von Tehuantepec (16°—18° n. Br.), Verbindung der Quellen des Huasacualco (atl.) mit dem Rio Chimalapa (pacif.)

4) Verbindung des Sees von Nicaragua mit dem stillen Meere.

5) Isthmus von Panama.

6) Durchschnitt zwischen der Bai von Cupica und dem Rio Cauca.

7) Verbindung zwischen dem Rio Atrato (atl.) und dem Rio San Juan (pacif.)

8) Unter 10° s. B. 2 oder 3 Tagereisen von Lima sind die Quellen des (atlantischen) Rio Huanuco, der in den Rio Guallaga fällt, nur 4—5 Meilen von den Quellen des (pacifischen) Huaura entfernt.

9) Eine Verbindung in 45°—47° s. B. durch Vermittlung des Meerbusens von St. Georg.

Sehen wir bei diesen 9 Fällen von den ersten und den letzten 2 ab, so befinden sich die übrigen sämmtlich in Mittelamerika, und in neuerer Zeit ist bald diese, bald jene Route, natürlich mitunter mit den verschiedensten Abweichungen unter einander (von der Nicaraguaroute gibt es nicht weniger als achterlei Arten) vorgeschlagen worden; doch ist mit Ausnahme von No. 7. keine darunter, welche sich ohne alle Schleusen durchführen ließe.[1] Ueberall steht die Cordillere im Wege, und einen Kanal meilenweit durch sie hindurch zu führen, hat seine Schwierigkeiten. Die siebente Route ist die einzige, welche sich an einer Stelle befindet, an der die Cordillere ganz unterbrochen ist; sie befindet sich im nördlichsten Theile von Südamerika, da, wo dieses

1) Eine ausführliche Arbeit über die verschiedenen Projecte, ihre Vor- und Nachtheile von Naumann findet sich in der Zeitschrift für allgemeine Erdkunde II. 1857.

an Mittelamerika anstößt. Diese zuerst von Humboldt in Europa bekannt gemachte Route wird dadurch gebildet, daß im Innern der Provinz Choco eine Schlucht den Rio San Juan und den Quitofluß verbindet. Ersterer geht in der Gegend von Cupica in's stille Meer, letzterer bildet mit dem Rio Andageda und dem Rio Zitara den Rio Atrato und fließt in das Antillenmeer. Ein thätiger Mönch, Pfarrer des Dorfes Navita, ließ durch seine Pfarrkinder in der Schlucht einen kleinen Kanal graben, und mit Hülfe dieses Kanals können schon seit 1788 mit Kakao beladene Kähne von dem einen Meere in's andere gelangen. Der Kanal kann jedoch nur in der Regenzeit benutzt werden. Wie also Humboldt gezeigt hat, ist bereits ein schiffbarer Weg vorhanden, der nur ausgeweitet zu werden braucht.

Humboldt hat dem Kanalprojecte auch noch in späterer Zeit seine Aufmerksamkeit zugewandt. So finden wir Mittheilungen von ihm in Berghaus' Hertha IX. 1827 und in The Journal of the R. Geographical Society XX. 1851. 2., sowie einen Brief an Kelley, der sich in den Proceedings of the R. Geographical Society 1856 und dann auch in den Nouvelles annales des voyages 1857 Januar befindet. In diesem Briefe betont er wieder vorzugsweise die Vortheile der Atratoroute, indem er sagt: „Das große Ziel, nach dem man meines Erachtens streben muß, ist ein Kanal, der die beiden Oceane verbindet, und weder Schleusen noch Tunnels hat. Wenn die Pläne und Profile veröffentlicht werden, so kann die Welt frei und offen die Vor- und Nachtheile eines jeden Wegs untersuchen und die Ausführung dieses großartigen Unternehmens, das für die civilisirten Bewohner beider Continente von Wichtigkeit ist, mag dann erfahrenen Ingenieuren anvertraut werden. Das Unternehmen wird bei Regierungen und Privaten Theilnahme finden. Ich halte nichts für das Wachsthum des Handels und die Freiheit internationaler Beziehungen für gefährlicher, als jede weitere Forschung dadurch abzuschneiden, daß man gebieterisch jedes Kanalproject verwirft. Eigens darum habe ich in meinem Essai politique de la Nouvelle-Espagne die ungeheure Arbeit erwähnt, mit der am Anfange des 17. Jahrhunderts unter der spanischen Regierung der Bergdurchschnitt an dem tunnelfreien Kanal von Huehuetoca ausgeführt wurde, und ich habe zu viel Vertrauen auf die Hülfsmittel, welche gegenwärtig zu Gebote stehen, als daß ich schon die Hoffnung aufgeben möchte. Ein Mann, der unter den Seefahrern einen wohlverdienten Ruhm genießt, der Capitain Fitz-Roy, sagt in einem Memoir of the Isthmus of Central-America: Die Vergleichung aller besser bekannten Routen zeigt, daß die Linie Atrato-Cupica die geeignetste sei für einen Kanal, die Panamalinie die passendste für

eine Eisenbahn. — Der Offizier, der in neuester Zeit Cupica besuchte (der Lieutenant Wood von der k. Marine), machte in Beziehung auf die Ortsverhältnisse von Cupica und dem Naipi bekannt, daß er um 8 Uhr Morgens Cupica verließ, sich zu Fuß mit eingeborenen Führern zum Naipi begab, dort badete und Mittags wieder auf seinem Schiffe war. Den höchsten Punkt schätzt er auf 3—400 Fuß englisch."

Die Acten über den mittelamerikanischen Kanal sind noch nicht geschlossen, und es läßt sich daher nicht sagen, ob und auf welche Linie derselbe gebaut werde; aber es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Wahl zu Gunsten derjenigen Route ausfällt, die Humboldt zuerst und schon vor 50 Jahren vorgeschlagen hat.

Der Mensch.

Die Arbeiten Humboldt's über den Menschen und seine Zustände sind äußerst manchfaltig. So findet sich in den 3 Essais eine Fülle von statistischen Angaben: Handel, Gewerbe, Bevölkerungszahlen, Nationalvermögen, Besitz an edlen Metallen, kurz alles was zum Haushalte gehört, hat dort seine Stelle. Humboldt's Angaben werden zu jeder geschichtlichen Bearbeitung der Zustände der von ihm bereisten Länder stets von hohem Werthe sein. Die Relation historique enthält Notizen über die Racenverhältnisse, Sitten und Eigenthümlichkeiten der Menschen in großer Zahl; noch viel bedeutender aber sind die Vues des Cordillères. In diesem großen Werke ist die Geschichte der rothen Menschen vor dem Eindringen der Europäer, soweit sie sich jetzt noch ermitteln läßt, abgehandelt, dort ist die Besprechung der alten Gebäude, der Zeitrechnung, Staatseinrichtungen u. s. w. stets in Verbindung mit den Verhältnissen der übrigen, namentlich der verschiedenen asiatischen Völker in einer zu gleicher Zeit ebenso gelehrten als anziehenden und interessanten Weise durchgeführt, daß es nur bedauert werden kann, daß dieses Werk der Natur der Sache nach (des um der dazu gehörenden Tafeln willen sehr hohen Ankaufspreises wegen) nicht in weiteren Kreisen seine Verbreitung finden konnte.

Um das gegenwärtige Kapitel nicht allzusehr auszudehnen, sehe ich mich gezwungen, mich möglichst einzuschränken und aus diesem Grunde will ich namentlich das, was den weißen Menschen anbelangt, übergehen, es möge der oben (S. 120) gegebene Auszug aus dem Essai politique de la Nouvelle

Espagne genügen, ebenso will ich die ihn allein betreffenden statistischen Nachrichten nicht weiter berühren, und mich auf eine kurze Angabe dessen beschränken, was Humboldt über die Negerverhältnisse und über die Indianer sagt.

1. Der Neger.

Während die spanischen Kolonien des Festlandes sich fast ganz frei von den Negern erhielten, so daß diese dort nur einen verschwindenden Bruchtheil der ganzen Bevölkerung bilden, ist auf den Antillen der rothe Eingeborene völlig verschwunden und seine Stelle durch den Neger besetzt, der dort theils als Sclave, theils als freier Farbiger lebt.

Nach der geschichtlichen Darstellung Humboldt's[1] wurden auf Cuba die ersten Neger (nicht über 300) im Jahre 1521 eingeführt, und im Ganzen bemühten sich die Spanier weniger um Sclaven als die Portugiesen. Im 16. Jahrhundert war in Spanien der Sclavenhandel nicht frei, sondern es gehörte ein königliches Privilegium dazu. Im Jahre 1790 wurde der Sclavenhandel frei erklärt, 1817 nordwärts vom Aequator, 1820 gänzlich verboten. Humboldt[2] schätzt die Zahl der Schwarzen, die von 1670—1825 nach den Antillen gebracht wurden, auf nahezu 5 Millionen, während in letzterem Jahre auf dem ganzen Archipel kaum 2,400,000 Neger lebten. Das Verhältniß der Einwohner der einzelnen Racen, auf das im Falle eines Krieges zwischen denselben ungeheuer viel ankäme, war im Jahre 1823 (in Cuba 1825) nachstehendes:

Länder und deren Gesammtbevölkerung.	Procente der Gesammtbevölkerung an		
	Weißen.	freien Farbigen, Mulatten und Negern.	Sclaven.
Cuba (715,000)	46	18	36
Jamaika (402,000)	6	9	85
Englische Antillen überhaupt (776,500)	9	10	81
Sämmtliche Antillen (2,843,000)	17	43[3]	40
Vereinigte Staaten von Nordamerika (10,525,000)	81	3	16
Brasilien (4,000,000)	23	26	51

1) Relation historique III. 403.

2) Relation historique III. 453.

3) Die große Procentzahl, welche diese Tabelle den freien Farbigen der Gesammtantillen gibt, rührt davon her, daß Haiti, das einen freien Negerstaat bildet, mitgerechnet ist.

Sieht man von den Vereinigten Staaten ab, in denen bekanntlich die Schwarzen nur im Süden an Zahl bedeutend sind, so daß man hier eigentlich den Süden von dem Norden trennen sollte, und wo auch durch die bedeutende Einwanderung sich seit 1825 alle Zahlenverhältnisse geändert haben, so zeigt sich, da in den andern Ländern wenigstens kein so bedeutender Wechsel vorgekommen ist, daß im Falle eines Sclavenaufstandes Cuba am günstigsten gestellt wäre. In dem französischen Theile von St. Domingo (Haiti) war 1788, also kurz vor dem Sclavenaufstande, das Verhältniß: 8 Procente Weiße, 5 freie Farbige und 87 Sclaven, und dieser abnorme Zustand hat denn auch zu den schauderhaften Ereignissen geführt, deren Schauplatz jene Insel war, und die mit der Bildung freier Negerstaaten endigten. Diesen Katastrophen am nächsten wären die englischen Antillen, wenn nicht die britische Regierung der Revolution durch eine rechtzeitige Emancipation der Neger vorgebeugt hätte, wobei noch berücksichtigt werden muß, daß die Spanier den Sclaven gegenüber viel mildere Herren sind, als Engländer und Nordamerikaner, und daß es in spanischen Kolonien einem Schwarzen eher möglich ist frei zu werden. Dieses ergibt sich schon aus obiger Tabelle, denn während auf Cuba ein freier Farbiger auf 2 Sclaven trifft, war das Verhältniß in Jamaika 1 zu 9, in Nordamerika 1 zu 5.

Es ist über die Negersclaverei schon viel geschrieben und gestritten worden, denn sie ist eine Angelegenheit, welche die Interessen einer Unzahl von Menschen berührt. Humboldt hatte in Amerika, namentlich in Cuba Gelegenheit sie kennen zu lernen und es dürfte daher sein Ausspruch darüber nicht ohne Interesse sein. Er sagt:[1] „Ich habe den Zustand der Schwarzen in Ländern gesehen, wo Gesetze, Religion und nationale Gewohnheit sich vereinen, um ihr Loos zu mildern und doch habe ich bei meiner Abreise von Amerika denselben Abscheu vor der Sclaverei gefühlt, den ich schon in Europa gehabt hatte. Vergebens haben geistreiche Schriftsteller, um die Grausamkeit der Institution durch geistreiche Wortklauberei zu verdecken, die Worte Negerbauern der Antillen, Unterthänigkeit der Schwarzen und patriarchalischer Schutz erfunden; es heißt das nur die edlen Eigenschaften des Geistes und des Gedankens entheiligen, wenn man mit Hülfe von nichtigen Vorwürfen oder Spitzfindigkeiten einen Unfug vertheidigt, der die Menschlichkeit beleidigt und empört. Glaubt man sich des Mitleidens entschlagen zu können, wenn man den Zustand der Schwarzen mit dem der Leibeigenen des Mittelalters, oder mit der Lage vergleicht, unter

1) Rel. hist. III. 446.

der noch jetzt einige Klassen im Norden und im Osten von Europa seufzen? Diese Vergleiche, diese Wortkünste und die hochmüthige Verdrießlichkeit, mit denen man selbst die Hoffnung auf eine allmählige Milderung der Sclaverei zurückweist, sind in der Zeit, in der wir leben, unnütze Waffen. Die großen Umwälzungen, welche der Continent von Amerika und der Antillenarchipel seit dem Beginne des 19. Jahrhunderts durchmachten, wirkten auf die Ideen und die allgemeine Denkungsweise in den Ländern selbst, in denen die Sclaverei besteht, und beginnen sie zu ändern. Viele Verständige, und bei der Ruhe der Zucker- und Sclaveninseln interessirte Männer fühlen, daß man durch freie Uebereinkunft mit den Eigenthümern, durch Maßregeln, die von mit den Ortsverhältnissen bekannten Leuten ausgehen, einer Krise entgehen könne, deren Gefahren sich durch Indolenz und Halsstarrigkeit nur vermehren."

Eine Abhülfe gegen die Sclaverei, die er als eines der größten Uebel der Menschheit bezeichnet, sucht Humboldt auf dem Wege der Gesetzgebung; er hält dafür, daß zunächst die Koloniallandtage dafür zu sorgen hätten, daß ein Sclave sich leichter frei machen könne. Von der häufig benützten Ausrede, man solle die Zeit und die fortschreitende Civilisation wirken lassen, will er nichts wissen. Er sagt: „Die Zeit wird einen Einfluß auf die Sclaven ausüben, aber auch zugleich auf die Beziehungen zwischen den Bewohnern der Inseln und des Continentes und auf die Ereignisse, die man nicht wird bemeistern können, wenn man sie in einer apathischen Unthätigkeit abgewartet hat. Ueberall, wo die Sclaverei schon länger eingeführt ist, haben die Fortschritte der Civilisation auf die Behandlung der Sclaven viel weniger Einfluß, als man ihnen gerne zuschreiben möchte. Die Civilisation eines Volkes erstreckt sich selten auf eine große Anzahl von Individuen, sie reicht nicht bis zu denen, die an den Arbeitsplätzen in unmittelbarer Berührung mit den Schwarzen sind. Die Eigenthümer, unter denen mir sehr menschliche bekannt sind, schrecken vor den Schwierigkeiten zurück, die sich in den großen Plantagen darbieten, sie zaudern die hergebrachte Ordnung zu stören, wenn sie Neuerungen einführen, die, weil sie nicht allgemein, nicht von den gesetzgebenden Körpern und was noch wirksamer wäre, von der öffentlichen Meinung unterstützt sind, ihren Zweck verfehlen und das Schicksal derer, denen man helfen wollte, verschlimmern würden. Solche Betrachtungen halten das Gute bei Leuten auf, deren Ansichten die wohlwollendsten sind und die die barbarischen Einrichtungen beklagen, deren traurige Erbschaft ihnen zugefallen ist. Mit den Umständen vertraut, wissen sie, daß, um den Zustand der Sclaven wesentlich zu ändern, um sie allmählig zum Genusse der Freiheit zu bringen, ein fester Wille der Ortsbehörden und ein Zusammenhelfen aller

begüterten und verständigen Bürger und endlich ein allgemeiner Plan nöthig sind, in dem alle Möglichkeiten einer Unordnung und die Mittel ihnen zuvorzukommen vorausgesehen sind. Ohne dieses Zusammengehen wird die Sclaverei mit allen ihren Schmerzen und Leiden wie im alten Rom sich erhalten neben der Feinheit der Sitten, den so gerühmten Fortschritten der Aufklärung und aller Zeichen von Civilisation. Daß sie vorhanden ist, bildet einen Anklagepunkt für diese, und ist eine stehende Drohung, sie zu verschlingen, wenn der Tag der Rache angebrochen sein wird."

In der Zeitschrift für allgemeine Erdkunde von 1856 erwähnt Humboldt, daß der Essai politique sur l'île de Cuba, welcher außer in der Relat. hist. III. chap. XXVIII auch gesondert veröffentlicht wurde, später in's Spanische und aus diesem von Trasher in Nordamerika in's Englische übersetzt worden sei, daß aber in dieser letzteren Uebersetzung das 7. Capitel des Essai, das von der Sclaverei spricht (und dem auch obige Sätze entnommen wurden), obwohl in dem spanischen Texte enthalten, ganz und gar weggelassen worden sei. Er beschwert sich dabei über diese Unterschlagung seiner Aeußerungen von Gefühlen gegen die unterdrückten Schwarzen, die jetzt nach 30 Jahren noch ebenso lebhaft seien, als zur Zeit der Abfassung des Essai.

Auch im Kosmos[1] findet Humboldt Gelegenheit, sich gegen die Sclaverei auszusprechen. Er sagt: „Mit Freude setzen wir hinzu, daß dieser Genuß (der freien Natur) auf den Landgütern des Plinius durch den widrigen Anblick des Sclavenelendes minder gestört war. Der reiche Mann war nicht blos einer der gelehrtesten seiner Zeit, er hatte auch, was im Alterthum wenigstens selten ausgedrückt ist, rein menschliche Gefühle des Mitleids für die unfreien unteren Volksklassen. Auf den Villen des jüngeren Plinius gab es keine Fesseln, der Sclave als Landbauer vererbte frei, was er erworben."

2. Der Indianer.

Unter den verschiedensten Stämmen der Ureinwohner von Amerika herrscht nach Humboldt in ihrem Aeußeren eine große Uebereinstimmung; sie deuten alle auf einen gemeinsamen Ursprung hin.

Ihre Farbe ist dunkel, kupfrig, die Haare sind schlicht, der Bart schwach, der Wuchs untersetzt, die Augen in die Länge, die Augenwinkel gegen die Schläfe in die Höhe gezogen, die Backenknochen hervorspringend, die Lippen

1) II. 24.

dick und ein Ausdruck von Gutmüthigkeit um den Mund sticht ab gegen einen finstern wilden Blick. Es ist dem europäischen Ankömmling schwer, die Individuen von einander zu unterscheiden, doch bieten die einzelnen Stämme sehr leicht zu erkennende Merkmale. Die Eingeborenen von Mexico sind dunkler, als die Bewohner der heißen Gegenden von Südamerika. Während bei den Völkern der weißen Race die mehr oder weniger dunkle Farbe der Haut weniger dem Einflusse der Abstammung als dem des Klimas zuzuschreiben ist, verschwindet diese Einwirkung fast vollständig bei den Amerikanern, wie auch bei den Negern. Es gibt unter den Völkern des neuen Continentes solche, die wenig gefärbt, sich den Arabern oder Mauren nähern. So sind z. B. die Anwohner des Rio Negro dunkler, als die des untern Orinoco, obwohl erstere ein weniger heißes Land bewohnen. In den Wäldern von Guyana, besonders bei den Orinocoquellen leben mehrere Stämme, die so weiß sind, wie die Mestizen, obwohl sie sich nie mit Europäern vermischt haben und ringsum von schwarzbraunen Völkerschaften umgeben sind. Die Bewohner der Hochebenen von Mexico sind dunkler als die Bewohner von Quito und Neugranada, obwohl sie ein analoges Klima haben. Der nackte Indianer hat dieselbe Farbe, wie der bekleidete, und die von der Kleidung bedeckten Körpertheile des letzteren sind nicht, wie dieses bei uns der Fall ist, heller als die dem Einflusse der Luft und der Sonne ausgesetzten. Volney hatte von einem Häuptling der Miamis in Nordamerika gehört, daß die Kinder der Indianer im Lande weiß wie die Europäer zur Welt kommen, und daß die Erwachsenen erst an der Sonne und durch das Fett, sowie durch die Kräuter, womit sie sich einreiben, braun werden, sowie auch daß die Weiber am Gürtel, wo sie stets bekleidet sind, weiß bleiben. Humboldt widerspricht diesem, wenigstens was die Stämme anbelangt, die er selbst gesehen hat.[1] Er versichert, daß bei diesen die Kinder niemals weiß geboren werden, und daß auch die indianischen Caziken, die in einer gewissen Wohlhabenheit leben, und auch im Innern ihrer Wohnungen bekleidet bleiben, allenthalben (mit Ausnahme der Handfläche und der Fußsohle) gleichmäßig rothbraun seien. Der Bart der Indianer ist im Allgemeinen schwach, doch kann er durch fleißiges Rasiren stärker gemacht werden, wie Humboldt am Orinoco bei den Caripeindianern beobachtete, wo die Sacristane zu diesem

1) In Rel. hist. III. 157 gibt H. den Eskimostamm der Tschugazen als einen solchen an, dessen Kinder weiß zur Welt kommen; in der Einleitung zu den Vues pittoresques VII. jedoch erklärt er die Bewohner der Polarkreisgegenden von Amerika für eine andere Race.

Mittel ihre Zuflucht ergreifen, um dadurch mehr ihren Herren, den Kapuzinern, ähnlich zu werden. Die mexicanischen Indianer haben etwas mehr Bart, als andere, sie tragen in der Nähe der Hauptstadt sogar kleine Schnurrbärte.

Die mexicanischen Indianer, wenigstens diejenigen, die unter europäischer Herrschaft stehen, erreichen in Folge ihrer mäßigen Lebensweise ein hohes Alter. Reisende, die nur nach dem Gesichte der Indianer urtheilen, sind zwar versucht zu glauben, es gebe nur wenig alte Leute unter ihnen; doch ist es im Allgemeinen schwer, über das Alter derselben eine richtige Auskunft zu erhalten, da sie selbst nie wissen, wie alt sie sind, und die Pfarrregister in jenen heißen Ländern alle 20—30 Jahre von den Termiten aufgefressen werden. Das Haar der Indianer wird nie oder selten grau, der Mangel an Bart bringt an und für sich ein jugendliches Aussehen hervor, und die Haut hat wenig Neigung, Runzeln zu machen. Man kann leicht Leute, namentlich Frauen treffen, die 100 Jahre alt sind, und dieses Alter ist noch dazu in sofern ein glückliches, da die mexicanischen, wie die peruanischen Indianer ihre Muskelkräfte bis zum Tode behalten. Mißgestalten sind äußerst selten; Humboldt sagt, daß er nie einen buckeligen oder nur äußerst selten einen hinkenden oder einarmigen Indianer gesehen habe. Auch der Kropf kommt selbst in Gegenden, wo er zu Hause ist, nie bei Indianern und selten bei Mestizen vor.

Von dem Lande der Esquimos bis zur Magellansstraße haben die amerikanischen Sprachen, wenn auch in ihren Wurzeln grundverschieden, so zu sagen dieselbe Physiognomie, sie mögen nun ausgebildete, wie die mexicanische, die der Incas, oder vollkommen barbarische sein, und diese Uebereinstimmung der Idiome weist, wenn nicht auf einen gemeinsamen Ursprung, doch wenigstens auf eine ungemeine Analogie in den intellectuellen Fähigkeiten dieser Völker hin.

Ueberall in der neuen Welt findet man eine Menge von Zeiten und Formen in den Zeitwörtern, eine künstliche Einrichtung, um voraus, sei es durch ein eingeschaltetes Suffixum, oder sei es durch Beugung der persönlichen Fürwörter, welche die Endung des Zeitwortes bilden, die Natur und die Beziehungen des Subjects und Prädicats anzugeben, oder anzuzeigen ob letzteres belebt oder unbelebt, männlich oder weiblich, in der Einheit oder Mehrheit sei. Dieser allgemeinen Einrichtung zufolge kommt es vor, daß Idiome, die nicht ein Wort gemeinschaftlich haben, wie z. B. die mexicanische und die Oquichuasprache, sich untereinander gleichen, und dadurch ganz von den Töchtersprachen des Lateinischen abweichen. Es erlernt auch ein Amerikaner leich-

ter eine andere amerikanische Sprache, als die spanische. In den Wäldern des Orinoco sah Humboldt unter den rohesten Indianern solche, die zweier bis dreier Sprachen mächtig waren. Als die Jesuiten noch an der Spitze der Orinocomissionen standen, führten sie in denselben ein paar der weiter verbreiteten Sprachen als Umgangssprachen ein, und bei consequenter Durchführung dieses Systems wäre möglich gewesen, daß nach und nach die Unzahl von Idiomen sich auf einige wenige reducirt hätten, allein die den Jesuiten nachfolgenden Kapuziner sind hievon abgegangen. Jetzt fällt es den Missionären schwer, sich nur einen Dolmetscher zu verschaffen, um sich ihren Untergebenen verständlich zu machen.

Die Reihenfolge der Wörter in denjenigen amerikanischen Sprachen, die noch eine gewisse Frische erhalten haben, ist folgende: Zuerst kommt der von dem Zeitwort regierte Casus, dann das Zeitwort und endlich das persönliche Fürwort. Der Gegenstand, auf den vorzugsweise die Aufmerksamkeit gerichtet werden soll, kommt voraus. Statt „Mit Dir bin ich glücklich", würde der Amerikaner sagen: Dir mit glücklich bin ich. Unter den Beispielen aus der Chaymassprache, die Humboldt anführt[1], sind: punpuec topuchemaz, du bist fett von Körper, wörtlich: Fleisch (pun) für (puec) Fett (topuche) du sein (maz); quenpotupara quoguaz, „ich kenne ihn nicht," wörtlich „ihn kennend nicht ich sein"; quenepra quoguaz, „ich habe ihn nicht gesehen", wörtlich „ihn sehend nicht ich sein."

In den Sprachen des indogermanischen Stammes werden die verschiedenen Umstände, die sich an Haupt-, Zeit- und andere Wörter knüpfen, durch Declinationen und Conjugationen angegeben, während andere dasselbe Ziel durch Anhängen anderer Worte erreichen, und zu diesen gehören auch die amerikanischen. Die Declinations- und Conjugationsendungen können aber recht leicht von in früherer Zeit üblichen Anhängseln abstammen z. B. amav-issem, amav-eram, pot-ero u. s. w. Es können auch noch andere Wörter an einander hängen, wie z. B. meinetwegen, wohin, woher, par-ce-que. Bekannt ist, daß alle deutschen Fragewörter mit W anfangen. Ist dieses W nicht vielleicht ein Ueberrest eines alten Wortes? Die amerikanischen Sprachen beruhen jedoch vorzugsweise auf solchen Verbindungen, die noch so lose sind, daß die Trennung alsbald möglich wird, wie das obige punpuec topuchemaz zeigt.

Humboldt[2] sagt hierüber: „Man glaubte[3] bei der Vergleichung der

1) Rel. hist. I. 483.
2) Rel. hist. I. 486.
3) Friedrich Schlegel, Sprache und Weisheit der Indier 44—60.

Sprachen 2 Klassen derselben unterscheiden zu können: die einen, in ihrer Organisation vollkommeneren, sind freier und rascher in ihrer Bewegung und zeigen eine innere Entwickelung durch Flexion, während die andern ungeschmeidiger und der Vervollkommnung weniger fähig nur ein rohes Zusammenfügen kleiner Formen oder angehängter Partikeln zeigen, wobei jede die Physiognomie beibehält, die sie besitzt, wenn sie allein steht. Diese äußerst geistreiche Ansicht ist unrichtig, wenn man annimmt, daß es polysyllabe Idiome ohne Beugung gebe, oder daß diejenigen, die sich wie aus einem innern Kerne organisch entwickeln, gar keinen äußerlichen Zuwachs durch Suffixe und Affixe erleiden, welchen Zuwachs wir schon öfters als Agglutination oder Incorporation bezeichnet haben. Viele Formen, die wir jetzt für Flexionen der Wurzel halten, waren vielleicht ursprünglich Affixe, von denen nur ein oder zwei Consonanten übrig geblieben sind. Es ist mit den Sprachen, wie mit allem Organischen in der Natur; nichts steht ganz für sich, nichts ist dem andern völlig unähnlich. Je weiter man in ihren innern Bau eindringt, desto mehr schwinden die Contraste, die auffallenden Eigenthümlichkeiten. Es ist damit wie mit den Wolken, die nur von weitem scharf umrissen erscheinen."

Für am meisten ähnlich mit den amerikanischen Sprachen hält Humboldt unter den europäischen die baskische, welche sein Bruder Wilhelm von Humboldt bearbeitet hat.

Humboldt schätzte die Zahl der Eingebornen in Mexico auf 2 Fünftheile der ganzen Bevölkerung, doch waren sie nicht allenthalben in gleicher Zahl vertreten, ja man fand sie in den innern Provinzen fast gar nicht. Das alte Mexico hatte sich nur bis zum 21. Grade erstreckt, und die Gebiete jenseits desselben dienten den wenig zahlreichen nomadischen Stämmen der Chichimeken und Otomiten zum Aufenthalt. Wie die Jägerstämme in Nordamerika zogen sich diese vor den vordringenden weißen Einwanderern zurück, und man findet sie daher nicht mehr da, wo sie früher waren, während die Ackerbau treibenden Nachkommen der eigentlichen Mexicaner an der Stelle blieben, und den Druck der Eroberer über sich ergehen ließen. Das Land zwischen dem 14. und 21. Breitegrade führte nach Humboldt's[1] Darstellung in früherer Zeit den Namen Anahuac und umfaßte außer dem Aztekenreiche, dessen letzter Herrscher Montezuma war, noch die Republiken Tlaxcallan und Cholollan, sowie die Königreiche Tezcuco und Mechuacan. Der Name Mexico bedeutet in der Aztekensprache Aufenthaltsort des Kriegsgottes Mexitli oder Huitzilopochtli. Aehnlich

1) Essai pol. de la Nouv. Espagne I. 8 u. 78.

wie Europa bei der Völkerwanderung wurde Anahuac von Zeit zu Zeit von aus Norden kommenden Völkerschaften überschwemmt; zuerst erschienen um 648 die Tolteken, dann 1170 die Chichimeken, 1178 die Nahualteken, 1196 die Acolhuen und Azteken.

Diese Stämme behaupteten aus dem Norden gekommen zu sein. Sie betrachteten ihre Zustände als die Copie von etwas, was anderswo existirte, und ihre Städte benannten sie nach denen der Landstriche (Huehuetlapallan oder Tlapallan, Amaquemecan und Aztlan oder Teo-Acolhuacan), die sie verlassen hatten.

Die Tolteken führten den Anbau des Mais und der Baumwolle ein, erbauten Städte und Straßen, sowie auch die Pyramiden, deren Seiten genau nach den Himmelsgegenden gerichtet sind, sie kannten die Hieroglyphen und verstanden Metalle zu gießen und harte Steine zu schneiden.

Woher diese Völkerzüge kamen, ist ein ungelöstes Problem. Humboldt hält es nicht für unmöglich, daß die Tolteken oder die Azteken ein Theil der Hiongnu, derjenigen Nation, die unter dem Namen der Hunnen Europa verwüstete, sein könnten, die den chinesischen Geschichtsschreibern zufolge unter der Anführung des Punon auswanderten und sich in Nordsibirien verloren. Daraus, daß die Amerikaner die Cerealien nicht kannten, schließt er, daß, wenn sie je aus Asien stammten, sie die Nachkommen von Nomaden oder von Hirtenstämmen sein müßten, was jedoch jedenfalls auf längst vergangene Zeiten zurückführen würde, denn bei der Eroberung von Amerika kannten die Einwohner nur den Mais, keine unserer Getreidearten, die in der alten Welt seit undenklichen Zeiten angebaut werden; auch hatten sie kein Milchvieh.

Als Folge dieser verschiedenartigen Einwanderungen ist der Umstand zu betrachten, daß die indianische Bevölkerung von Mexico eine sehr gemischte ist. Es gibt mehr als 20 Sprachen daselbst, die nicht etwa als besondere Dialekte eines einzigen Idioms zu betrachten sind, sondern von einander wenigstens ebenso abweichen, wie das Deutsche und das Griechische. Am meisten verbreitet ist die Sprache der Azteken.

Ueber die geistigen Fähigkeiten der Indianer läßt sich schwer ein Urtheil abgeben, da selbst in den ehemaligen Culturstaaten der jetzt lebende Rest durch Jahrhunderte langen Druck verkümmert ist. Als die Europäer eindrangen, war ihr Schwert zunächst gegen die gebildetere wohlhabende Klasse gerichtet, vor allem aber wütheten sie schon aus religiösem Fanatismus gegen die Bewohner der Teocallis oder Gotteshäuser, gerade gegen diejenigen, die man als die Träger aller Kenntnisse des Volkes ansehen konnte. Die in-

dianischen Frauen, die noch etwas Vermögen gerettet hatten, zogen vor, sich mit den Eroberern zu verheirathen, und nicht bei ihrem verachteten Stamme zu bleiben, und so ist von diesem zuletzt beinahe nichts übrig, als die untersten Schichten der früheren Bevölkerung. Diese hatten schon unter der mexicanischen Regierung unter dem Drucke einer tyrannischen Feudalherrschaft keine hohe Bildung erlangt und sind bei der scharfen Trennung zwischen ihnen und den Europäern, da noch dazu in den Hieroglyphen alle ihre Bildungsmittel verbrannt wurden, natürlich auch nicht voran gekommen.

Der mexicanische Indianer zeigt mit seinem Phlegma einen auffallenden Contrast gegen den lebhaften Neger: er ist ernsthaft, melancholisch und schweigsam, so lange nicht berauschende Getränke auf ihn eingewirkt haben. Dieser Ernst ist besonders bei den Kindern bemerkbar, die in einem Alter von 4 bis 5 Jahren viel intelligenter und entwickelter sind, als die Kinder der Weißen. Der Mexicaner liebt es, seinen unbedeutendsten Handlungen einen geheimnißvollen Anstrich zu geben, seine heftigsten Leidenschaften spiegeln sich nicht auf dem Gesichte ab und es hat etwas Schreckhaftes, wenn man ihn plötzlich von vollkommener Unthätigkeit zur heftigen ungezügelten Handlung übergehen sieht. Der Eingeborene von Peru hat mehr Sanftmuth; die Thatkraft des Mexicaners artet in Härte aus.

Wie alle Völker, die lange unter geistlichem und weltlichem Despotismus geseufzt haben, hängen auch die Amerikaner mit außerordentlicher Zähigkeit an ihren Gewohnheiten, Gebräuchen und Meinungen, an welchen letzteren auch die Einführung des Christenthums weiter nichts geändert hat, als daß es die Ceremonien eines blutigen Cultus durch die Symbole einer menschenfreundlichen Religion vertauschte. Wie alle unterdrückten halbbarbarischen Völker wechselten die Mexicaner, ohne sich jedoch darum weiter zu ändern, mit den Herrschern auch die Namen ihrer Gottheiten. Die Einführung eines nominellen Christenthums wurde sogar erleichtert durch die Analogien, die sich zwischen der altmexicanischen Mythologie und den christlichen Symbolen ziehen ließen. So wurde der heilige Adler der Azteken alsbald in den heiligen Geist umgewandelt. Schon Cortez benützte die mexicanischen Sagen zu seinem Vortheil. Es galt nämlich dort die Regierung des fabelhaften Königs Quetzalcoatl, eines weißen, bärtigen Mannes, als das goldene Zeitalter von Anahuac.[1] Wie bei den Griechen unter Saturnus, lebten damals Menschen und Thiere in Frieden, die Erde brachte von selbst die reichsten Ernten hervor, die schönsten Vögel erfüllten

1) Humboldt, Vues des Cordillères 29.

die Luft mit herrlichem Gesange. Aber der große Geist Tezcatlipoca, der mexicanische Brahma, gab Quetzalcoatl einen Trank, der ihn unsterblich machte, ihn aber zugleich zwang, auf Reisen zu gehen, um ein entlegenes Land Tlapallan zu besuchen. Er soll sich hiebei nach Osten gewandt haben. Nachdem er in Cholula 20 Jahre hindurch die ihm angebotene Regierung geführt hatte, ging er an die Mündung des Flusses Goasacoalco, wo er verschwand, nachdem er den Cholulanern hatte verkünden lassen, daß er in einiger Zeit wieder zurückkehren werde, um sie auf's neue zu regieren und ihr Glück zu erneuern. Darum glaubte man in Mexico, als die Spanier an der Ostküste landeten, in ihnen die Nachkommen jenes Heiligen zu sehen. Darum sagte auch der König Montezuma zu Cortez: „Wir wissen aus unsern Büchern, daß wir, ich und alle, die dieses Land bewohnen, hier nicht unsern Ursprung haben, sondern als Fremde sehr weit hergekommen sind. Wir wissen auch, daß der Anführer unserer Voreltern auf eine Zeitlang in sein erstes Vaterland zurückgegangen, und wieder gekommen ist, um die, welche sich hier niedergelassen hatten, zu besuchen. Er fand sie mit den Weibern dieses Landes verheirathet, mit einer zahlreichen Nachkommenschaft und in Städten wohnend, die sie erbaut hatten. Die Unsrigen wollten ihrem alten Herrn nicht mehr gehorchen, und so kehrte er allein zurück. Wir haben immer geglaubt, daß seine Nachkommen einst wieder von diesem Lande Besitz nehmen würden. Bedenke ich also, daß Ihr daher kommt, wo die Sonne aufgeht, und daß wir Euch, wie Ihr versichert, bekannt sind, so kann ich nicht zweifeln, daß der König, der Euch gesandt hat, unser natürlicher Herr sei."

Durch diese Umstände unterstützt, hatten die Missionäre leichtes Spiel, sie duldeten nicht nur, sondern unterstützten sogar in gewissem Grade die Durcheinandermengung der indianischen Traditionen mit den christlichen Ideen, überredeten die Mexicaner, daß das Evangelium vor alter Zeit schon in Amerika gepredigt worden sei, und suchten seine Spuren im aztekischen Ritus auf.

Trotz des leichten Uebergangs zum Christenthum ist nach Humboldt die Bekehrung der Indianer nur eine äußerliche, und dieselben kennen von der Religion auch nur die äußeren Formen des Cultus.

Die Indianer, welche gegenwärtig die Städte und das flache Land von Mexico bewohnen, sind theils Nachkommen der alten Bauern, theils die Ueberreste einiger vornehmen alten Familien, die statt sich mit den Spaniern zu verbinden, es vorzogen, mit eigener Hand das Land zu bebauen, das ihre Ahnen einst durch ihre Vasallen bearbeiten ließen. Diese verschiedene Abstammung war noch zu Humboldt's Zeit von politischer Bedeutung, da

die spanischen Gesetze zwischen tributpflichtigen Indianern und Adeligen oder Caziken unterschieden. Die letzteren hatten die Vorrechte des castilianischen Adels, ohne jedoch davon besondern andern Gewinn zu haben, als die Respectsbezeugungen der niedrigern Indianerklassen. Der indianische Adel war so ungebildet als das Volk, und trug in der Ausübung des Cazikenamtes mehr dazu bei, dessen Lage zu verschlimmern, als sie zu verbessern.

Als die Spanier Mexico eroberten, fanden sie das Volk bereits im Zustande der tiefsten Erniedrigung und Armuth, den steten Begleitern des Despotismus und der Feudalherrschaft. Der Kaiser, die Fürsten, der Adel und der Clerus (die Teopixqui) besaßen alles fruchtbare Land allein, die Statthalter der Provinzen erlaubten sich ungestraft alle Gewaltthätigkeiten, der Bauer war unterdrückt. Die großen Straßen wimmelten von Bettlern und der Mangel an vierfüßigen Hausthieren zwang Tausende von Indianern den Dienst von Saumthieren zu versehen. Durch die Eroberung wurde während des 16. und 17. Jahrhunderts der Zustand des untern Volkes noch bedauernswerther; man schleppte den Landmann zum Bergbau, ließ ihn das Gepäck der Soldaten nachtragen, und nahm ihm sowohl liegendes als bewegliches Eigenthum. Die Familien der Eroberer (Conquistadoren) erhielten das Land als Lehen und der Indianer wurde vollkommen an die Scholle gebundener Sclave. Erst im 18. Jahrhundert hat sich dieser Zustand etwas gebessert, weil nach dem Aussterben der Conquistadoren-Familien die Lehen eingezogen wurden. Ebenso wurde eine weitere drückende Einrichtung, die Repartimentos, aufgehoben. Nach dieser schrieb der Corregidor von Zeit zu Zeit, besonders aber bei dem Antritte seines Amtes den Verkauf von Waaren aus, welche die Indianer um einen von dem Corregidor bestimmten Preis übernehmen mußten. Wenn nun dabei einen halbnackten Indianer irgend ein Toilettartikel oder ein sonst für ihn ganz unbrauchbarer Gegenstand traf, so mußte er ihn nichtsdestoweniger kaufen. Hat sich jedoch auch die Lage der Eingeborenen etwas gebessert, so lebt dennoch die große Mehrzahl davon in großem Elend; auf die unfruchtbaren Strecken verwiesen, von Hause aus, noch mehr aber in Folge ihrer politischen Stellung indolent, leben sie in den Tag hinein. Nur selten findet man wohlhabende Indianer, doch haben jetzt einige auch einen für ihren Stand colossalen Reichthum.

Außer dem einen Mittelpunkte von Civilisation in Mexico trafen die Spanier bei ihrer Ankunft in Amerika noch einen zweiten, den Staat der Inca's in Peru, die auf der Höhe der Andeskette von Quito bis weit in das jetzige Chili hinein einen großen Staat gegründet hatten. Die Inca's, deren erster Manco-Capac, ein weißer Mann wie Quetzalcoatl, war, nann-

ten sich Abkömmlinge der Sonne und hatten dort ein hierarchisch-despotisches Regierungssystem eingeführt, das noch viel weiter ging als das zu Mexico. Die Glieder der jeweilig unterworfenen Stämme wurden unter die Dörfer der alten Provinzen vertheilt, mußten dort bleiben und die Landessprache erlernen. Der Inca war ausschließlicher Eigenthümer des Landes, welches er den Einzelnen jedesmal auf ein Jahr überließ; die Einwohner waren Leibeigene und über sie wurde mit dem Boden, den sie bewohnten, verfügt. Am Anfange des 16. Jahrhunderts unsrer Zeitrechnung, also um die Zeit der Entdeckung von Amerika, war der Staat im Verfallen, Erbfolgestreitigkeiten erschütterten ihn und die von dem einen der Prätendenten herbeigerufenen Spanier unter Pizarro (1531) hatten leichtes Spiel, das morsche Reich umzuwerfen. Die Weißen wurden nun Herren des Landes, benahmen sich aber gegen die Eingeborenen in einer Weise, welche sogar genügte, sie ihre früheren Leiden vergessen zu machen. Hier wie in Mexico erhielten die Conquistadoren ihre Lehen (Encomiendas), auch hier benützte der Corregidor die Repartimientos zur Plünderung der Rothen.

Ein drittes Civilisationscentrum trafen die Spanier ebenfalls auf einer Hochebene, auf der von Bogota oder wie sie jetzt heißt von Bolivia. Als ihr Anführer, der Atalantado Gonçalo Ximenez de Quexada, der Eroberer, 1537 vom Magdalenenstrome heraufkam, war er von dem Unterschiede überrascht, den er zwischen dem Bildungszustande der Bergvölker und den wilden Horden traf, welche die heißen Gegenden von Tolu, Mahates und Santa Martha durchirrten. Dort fand er die Muyscas, Guanes, Muzos und Colimas in Gemeinden vertheilt, mit Landbau beschäftigt und in Baumwolltücher gekleidet, während die Wilden der niedrig gelegenen Ebenen nackt, ohne Industrie und ohne Künste waren. Auch in den Sagen von Bogota spielte ein weißer bärtiger Mann eine Hauptrolle. „In den ältesten Zeiten," lesen wir bei Humboldt[1], „ehe noch der Mond die Erde begleitete, erzählt die Mythologie der Muyscas- und Mozcasindianer, lebten die Bewohner des Plateaus von Bogota als Barbaren, nackt, ohne Ackerbau, ohne Gesetze, ohne Religion. Plötzlich erschien aber ein Greis unter ihnen, welcher aus den Ebenen östlich der Cordilleren von Chingasa kam, und von einer andern Race zu sein schien, als der der Eingeborenen, indem er einen langen, starken Bart trug. Er war unter drei verschiedenen Namen bekannt, nämlich Bochica, Nemguetheba und Zuhé. Dieser Greis lehrte die Menschen gleich Manco-Capac, sich zu bekleiden, Hütten zu bauen, die Erde zu be-

1) Vues des Cordillères p. 20.

arbeiten und sich in Gesellschaft zu vereinigen. Bei sich hatte er eine Frau, welcher die Tradition gleichfalls drei Namen gibt, und zwar Chia, Yubecayguaya und Huythaca. Dieses Weib, das außerordentlich schön, aber auch eben so boshaft war, arbeitete ihrem Manne in Allem, was er zum Glück der Menschen unternahm, entgegen. Durch ihre Zauberkünste machte sie den Fluß Funzha anschwellen, dessen Wasser das Thal von Bogota überschwemmten. In dieser Fluth kamen die meisten Einwohner um, und nur einige retteten sich auf die Spitze der benachbarten Gebirge. In seinem Zorn hierüber verjagte der Greis die schöne Huythaca weit von der Erde; sie wurde zum Mond, der von da an unsern Planeten bei Nacht beleuchtet. Endlich zerriß Bochica, sich der auf den Gebirgen umherirrenden Menschen erbarmend, mit mächtiger Hand die Felsen, welche das Thal auf der Seite von Canoas und Tequendana schließen, ließ die Wasser des Sees von Funzha durch diese Oeffnung abfließen, vereinigte die Völker aufs neue im Thale von Bogota, baute Städte, führte die Anbetung der Sonne ein, ernannte Oberhäupter, unter welche er die geistliche und weltliche Macht vertheilte, und zog sich am Ende zurück." Als sich nämlich die verschiedenen Stämme um die Obergewalt stritten, schlug Bochica vor, man solle als Zaque oder Souverän den seiner Gerechtigkeit und Weisheit wegen berühmten Huncahua wählen. Dieß geschah und Huncahua regierte 250 Jahre und unterwarf sich das Land von den Savanen San Juan de los Llanos bis zu den Bergen von Ozon. Bochica unterwarf sich strengen Büßungen und lebte 2000 Jahre (100 Muyscacyclen). Er verschwand auf geheimnißvolle Weise zu Ireca, östlich von Tunja, welche Stadt, einst die volkreichste, von Huncahua gegründet und Hunca genannt wurde, woraus die Spanier Tunja machten.

Die Regierungsform in Bogota war ähnlich der, wie sie jetzt in Japan ist. Während die Incas von Peru in sich die höchste geistliche und weltliche Gewalt vereinigten, wurden in Bogota von vier Stämmen die Hohenpriester gewählt. Diese Nachfolger des Bochica sollten seine Tugenden und seine Heiligkeit erben, Ireca war die heilige Stadt der Muyscas, wie Cholula der Azteken; dorthin wurde gewallfahrtet, während der weltliche Herrscher zu Tunja residirte. Auch dieser Staat konnte sich gegen die eindringenden Spanier nicht halten, Ximenez de Quexada eroberte das Land; doch ist die Geschichte dieses Theiles von Amerika durchaus noch nicht so aufgehellt, als zu wünschen wäre.

Die Bewohner der Antillen, welche Columbus antraf, waren, wie auch die Einwohner von Nordamerika und die des niedrigen Theiles von

Südamerika, Wilde. Die Antillenbewohner sind jetzt verschwunden, die Verfolgungen, denen sie unter den Europäern ausgesetzt waren, haben sie vertilgt. Die Einwohner von Nordamerika haben sich vor den eindringenden Weißen immer mehr nach Westen und Norden zurückgezogen, und ihre Anzahl ist eine bedeutend geringere geworden. Die Wilden von Südamerika sind numerisch ebenfalls bedeutend geschwächt. So lange die Europäer sie kennen, hat ihr Culturzustand sich nicht wesentlich geändert; doch glaubt Humboldt[1] annehmen zu dürfen, daß sie und auch die Nordamerikaner früher etwas, wenn auch wenig höher gestanden seien als jetzt. Sie theilen sich in Stämme, die unter einander in fast beständiger Fehde liegen. Humboldt[2] zählt deren für den von ihm bereisten Theil von Südamerika über 200 auf.

Während seines Aufenthaltes in Amerika, namentlich in Mexico, hat Humboldt äußerst umfassende Forschungen über den Bildungszustand der alten Einwohner angestellt; die Resultate seiner Untersuchungen hierüber sind vorzugsweise in dem Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne und in den Vues des Cordillères enthalten.

Wenn auch die Bestrebungen sowohl der Gelehrten der neueren Zeit, als auch verschiedener anderer Männer, die seit drei Jahrhunderten Amerika besuchten und über die Ergebnisse ihrer Reisen Bericht erstatteten, nicht ohne Frucht gewesen sind, so ist doch leider allem Anschein nach kaum eine Hoffnung vorhanden, die vielen dunkeln Stellen in der früheren Geschichte von Mexico aufzuhellen, da zwei große Unglücksschläge die Quellen, aus denen man Licht schöpfen könnte, bis auf ein Minimum verringert haben. Der erste derselben ist der Umstand, daß der Bischof Zumaraga, vom Franziskanerorden, in seinem Eifer, die christliche Religion auszubreiten, um den Indianern die Erinnerung an die Vergangenheit zu nehmen, alles zu zerstören unternahm, was auf die Geschichte, Alterthümer und Gottesdienst der Eingeborenen Bezug hatte. Was Zumaraga entging, sammelte im vorigen Jahrhundert der mailändische Ritter Boturini Benaducci, welcher eigens zu dem Zwecke nach Amerika kam, um die mexicanischen Alterthümer zu studiren. Als er das Land bereiste und die Monumente untersuchte, war er so unglücklich, das Mißtrauen der Regierung rege zu machen. Man beraubte ihn aller seiner Sammlungen und führte ihn 1736 als Staatsgefangenen nach Spanien. Dort erklärte ihn der König allerdings für un-

1) Rel. hist. III. 175.
2) Rel. hist III. 173.

schuldig, aber seine Sammlungen wurden in den mexicanischen Archiven so schlecht verwahrt, daß nicht mehr der achte Theil derselben vorhanden ist. Humboldt glaubt übrigens, daß trotz dieser beiden Unglücksfälle noch einiges Material in Amerika sein könne; um dieses aber zu bekommen, müsse ein Reisender die indianische Sprache verstehen und sich das Vertrauen der Eingeborenen zu gewinnen wissen, was bei deren scheuer Zurückhaltung keine leichte Sache sei.

Unter den Mitteln, welche in Beziehung auf die Cultur eines Volkes großen Einfluß üben, muß sicherlich die Art und Weise, wie man es versteht, durch sinnliche Darstellungen in einem Menschen beabsichtigte Ideen zu erwecken, das was wir mit Schreiben erreichen, eine hervorragende Rolle spielen.

Die Schreibkunst ist nicht, der Minerva gleich, vollkommen ausgebildet dem Hirne eines einzigen Menschen entsprungen. Man kann wohl in den Büchern lesen, der Phönizier Taut habe die Buchstaben erfunden, allein diese Erzählung, die übrigens wenig verbürgt ist, dürfte sich im höchsten Falle auf eine Verbesserung des bisherigen Verfahrens beschränken.

Ueberlegt man die Art und Weise, in welcher wohl in frühester Zeit ein Mensch einem andern die Mittheilung irgend einer Thatsache gemacht haben kann, so muß man auf die bildliche Darstellung des Ereignisses als das nächstliegende Mittel verfallen. Die Darstellung zweier mit einander ringender Menschen, eines brennenden Hauses u. s. w. muß jeden Beschauer auf den Gedanken bringen, daß hier von einem Kampfe, von einem Brande die Rede sein müsse. Setzt man so von einer Reihe von Begebenheiten die merkwürdigeren nach einander hin, so kann man dazu gelangen, eine ganze Geschichte zu erzählen. Es ist dabei eine fortlaufende Darstellung gar nicht nöthig, wie auch in unsern Schauspielen sehr häufig in den einzelnen Acten nur die Hauptmomente einer Geschichte gegeben werden, und es dem Zuschauer überlassen bleibt, den Zusammenhang der einzelnen Acte selbst zu denken. Da nicht jeder Mensch Maler sein kann, und die bildliche Darstellung eines Objectes möglicherweise sehr schwierig ist, muß es bei einer größeren Verbreitung der Darstellungsmethode dazu kommen, daß man einzelne Figuren auswählt, die conventionell dieses oder jenes zu bedeuten haben, und auf diese Weise ist vor uralter Zeit die Hieroglyphenschrift entstanden. Es bedeutet z. B. die Zeichnung einer Pyramide die Stadt Memphis. Machte man nun die Contouren eines Mannes hin, und setzte zwischen diese und die Pyramide die Umrisse von ein paar Füßen, so wußte man, daß der Mann zu gehen hatte; ob von Memphis weg oder ob dorthin, erkannte man an der

Stellung der Füße. War es ein Mann von Ansehen, so gab man ihm einen Stock in die Hand, einen Sclaven konnte man mit einer Kette versehen.

Einen Schritt weiter mußte die Darstellungskunst machen, als man conventionell irgend ein Zeichen annahm, welches diesen oder jenen Gegenstand vorstellen sollte. Hätte man z. B., um bei obigem Beispiele stehen zu bleiben, festgesetzt, daß ein verticaler Strich einen Mann, ein horizontaler die Stadt Memphis und ein schräger das Gehen bezeichnen soll, so könnte man durch die Zeichnung | / — oder | \ — angeben, daß ein Mann nach oder von Memphis weggehe. Das Zeichen ♄, das wir in unsern Kalendern haben, bedeutet einen Mann mit einer Sense (Saturn), das Zeichen ♃ dagegen stellt einen Mann mit einem Scepter (Jupiter) vor. Wir haben eine ähnliche Einrichtung in unsern Ziffern. Anstatt z. B. die Zahl Neun durch so viele Punkte anzugeben, als wir Einheiten anzeigen wollen, machen wir einfach das Zeichen 9. Man kann nun eine Gruppirungsweise, einen Schlüssel, feststellen, nach der man die Zeichen verknüpft, um die verschiedensten Nebenbegriffe damit zu verbinden. So kann bei den Ziffern das Zeichen 1 je nach der Verbindung mit andern die Zahl 1, 10, 100 u. s. w. vorstellen. So sollen die Chinesen 80,000 verschiedene Zeichen haben, die mit Hülfe von 214 Schlüsseln gelöst werden können und mit denen sie für ihre Sprache ausreichen. Da nicht jeder Mensch alle 214 Schlüssel lernt, können auch die einzelnen Chinesen nicht alle ihre Schriften lesen; der Schuhmacher kennt aber den Schlüssel seines Handwerks, und liest alles was dasselbe anbelangt.

Alle diese Darstellungsarten bezwecken einzig und allein durch die Art der Zeichnung auf das Auge des Betrachters in der Weise zu wirken, daß in ihm irgend ein Gedanke rege wird; sie sind daher unabhängig von dessen Sprache. Die oben angegebenen Zeichen: Ein Mann geht nach Memphis, kann man lesen, sowie man weiß, was der horizontale, der verticale Strich u. s. w. bedeuten. Ebenso geht es mit den Ziffern. Wer die Zeichen kennt und den Schlüssel in Beziehung auf die Stellung weiß, braucht die Sprache des Schreibers nicht zu verstehen und er weiß, wie viele Einheiten derselbe meint. Man nennt diese Zeichen *symbolische*.

Ihnen gegenüber stehen die *phonetischen* Zeichen, die in gewisser Beziehung auf das Ohr des Lesenden wirken. Wenn man z. B. die Worte: Eichhorn, Falkenstein, Lindau, Augsburg durch Zeichen ausdrücken wollte, so wäre bei dem ersten derselben das Zeichen oder die Abbildung einer Eiche mit der eines Hornes zu verbinden. Ein Deutscher, der diese Zeichen

lieſt, würde auf das Wort Eichhorn kommen, ein Franzoſe oder ein Ruſſe gewiß nicht.

Die Nothwendigkeit, gelegentlich auch Namen durch Zeichen ausdrücken zu müſſen, hat ſchon bei den alten Aegyptiern darauf geführt, in der Wahl der Zeichen auch auf den Klang des Namens Rückſicht zu nehmen, und das zu beachten, was die einzelnen Theile des Namens oder der ganze Name in der Sprache des Schreibenden bedeuten. Der Umſtand, daß bei wilden oder im Zuſtande der erſten Entwicklung befindlichen Völkern die meiſten Namen auch nebenbei etwas bedeuten (man vergleiche die alten deutſchen Familien- und Städtenamen), haben dieſe Vorſtellungsweiſe ſehr erleichtert. Die ſogenannten ſprechenden Wappen, deren Figuren ſich auf den Namen beziehen, z. B. das Wappen von München (ein Mönchlein), dann die heutzutage ſo häufig vorkommenden Rebus ſind Anwendungen dieſes Syſtemes.

So lange ein Volk abgeſondert von allen übrigen bleibt, werden ſich auch ſeine Namen nicht ſehr viel ändern, wenn aber einmal der Verkehr mit den Fremden eintritt, ſo miſchen ſich auch bald fremde Namen ein. So würde es bei vielen unſrer Taufnamen ſchwer ſein, ſie etwa ſo zu zerlegen, wie man Lindau u. ſ. w. bezeichnen kann. Aus dieſem Grunde hat man ſich ſchon frühe genöthigt geſehen, ſeine Zuflucht zu einem andern Mittel zu nehmen. Man zerlegte die zu beſtimmenden Namen in verſchiedene Töne, und ſuchte für jeden derſelben ein beſonderes Zeichen. Meiſtens nahm man hiezu die Zeichen von Thieren u. ſ. w., deren Benennung mit demſelben Laute begann, wie der fragliche Ton verlangte. Dadurch kam z. B. im Hebräiſchen für den Laut A das Zeichen des Stieres in Gebrauch, weil deſſen Name mit A (Aleph א) beginnt, B (Bet ב) Haus, G (Gimel ג) Kameel u. ſ. w. Eine Anwendung einzelner Zeichen für die verſchiedenen in einem Worte vorkommenden Laute findet man ſchon in den Hieroglyphen, wenigſtens in denen der ſpäteren Zeiten, und dieſem Umſtande iſt es auch vorzugsweiſe zu danken, daß es in neuerer Zeit (Young, Champollion u. ſ. w.) gelungen iſt, die Hieroglyphen zu entziffern. Man fand nämlich am Anfange dieſes Jahrhunderts zu Roſette in Oberägypten einen Stein mit einer Inſchrift, worin angegeben war, daß dem König Ptolemäus gewiſſe Ehrenbezeugungen dargebracht worden ſeien, und daß man die Nachricht von dieſer Thatſache in hieroglyphiſcher, demotiſcher und griechiſcher Schrift der Nachwelt übergeben wolle. Die Inſchrift enthielt eine Anzahl von Eigennamen, wie Ptolemäus, die, weil ſie nicht von ägyptiſchem Urſprung waren, in der dortigen Sprache nichts bedeuteten, und hieroglyphiſch nicht in der oben erwähnten Weiſe ausgedrückt werden konnten. Eine genaue Vergleichung zeigte,

daß allemal an einem der Stelle, welche in der griechischen Schrift einen Eigennamen enthielt, entsprechenden Orte der Hieroglyphen eine größere Anzahl von Zeichen eingeklammert war. Dieses und der Umstand, daß man beide Inschriften vergleichen konnte, haben dann die Möglichkeit geboten, die Hieroglyphen zu lesen.

Das Bestreben, das eben angeführte Princip nicht nur auf die Namen, sondern auf die Gesammtheit dessen, was man darstellen will, anzuwenden, hat endlich die phonetische Schreibweise in's Leben gerufen, deren wir uns jetzt bedienen. Man zerlegte die in den verschiedenen Sprachen vorkommenden Worte in Töne und gab jedem derselben ein besonderes Zeichen, die bei dem Schreiben nach Bedürfniß hinter einander gesetzt werden. Diese Methode empfiehlt sich durch ihre Einfachheit, und sie hat darum auch die größte Verbreitung finden können; dagegen hat sie gegenüber der symbolischen Schreibweise, welche letztere von der Sprache ganz unabhängig ist, den Nachtheil, daß eine Schrift nur von dem gelesen werden kann, der die Sprache, in der sie abgefaßt ist, versteht. Die beiden Schreibweisen verhalten sich zu einander wie die Pantomime zu dem Worte, während die Taubstummensprache, die zum größten Theile aus in allen Sprachen verständlichen Geberden besteht, für den Rest aber den einzelnen Buchstaben entsprechende Zeichen zu Hülfe nimmt, die Stelle der gemischten Schrift einnimmt.

Die Peruaner bedienten sich zur Zeit der Entdeckung von Amerika einer von den vorstehenden ganz verschiedenen Art der Darstellung; sie hatten mehrfarbige Fäden, die Quippu's, in denen sie verschiedenartige Knoten anbrachten und die dann die Stelle einer Schrift vertraten. Soviel mir bekannt, ist die Kunst die Quippu's zu entziffern ganz verloren gegangen. Nach Humboldt[1] hatten auch die Völker von Anahuac vor Einführung der Hieroglyphen Quippu's (hier Nepohualtzitzin genannt), von denen noch Boturini ächte gehabt haben soll, auch waren diese Quippu's in sehr alten Zeiten bei den Chinesen im Gebrauche. Unser Forscher erörtert in demselben Kapitel die Frage, ob in Amerika schon vor der Entdeckung durch Columbus phonetische Zeichen üblich waren, und verneint dieselbe dann. Es waren zwar Court de Gabelin und Dr. Stiles der Ansicht, es sei eine phönizische, also phonetische, Inschrift gefunden worden; doch widerspricht Humboldt. Man hatte nämlich auf einem Felsen bei Dighton, 12 Meilen südlich von Boston, eine Inschrift entdeckt, die für phönizisch angesehen wurde. Die Eingeborenen daselbst hatten eine alte Ueberlieferung, der zufolge

1) Vues des Cordillères 69.

Fremde, die in hölzernen Häusern schifften, den Fluß Taunton hinaufgefahren seien. Nachdem diese Fremden die rothen Menschen besiegt, gruben sie Züge in den Felsen, die heutzutage von dem Wasser des Flusses bedeckt sind. Humboldt sagt, daß die Abbildungen dieser Züge ganz denen ähnlich seien, die man in Norwegen und andern scandinavischen Ländern vielfach sehe. Dieser Aeußerung zufolge wäre anzunehmen, daß diese Zeichen Runen seien, die dann wahrscheinlich von der Zeit der ersten Entdeckung Amerika's durch die Normänner herrühren würden. Andere noch weniger verbürgte Nachrichten, die Humboldt erwähnt, will ich übergehen.

Außer einigen Darstellungen von Sonne, Mond und Sternen nebst einigen andern Zeichen im Orinoco und Sonnendarstellungen in Peru, fand Humboldt ächte, nach einem bestimmten Systeme gearbeitete Hieroglyphen in Mexico, die ihm zufolge bei den alten Einwohnern in hohem Grade im Gebrauche waren. Er findet einen Unterschied der mexicanischen Hieroglyphen von den ägyptischen darin, daß erstere mehr individualisirten, während letztere auch allgemeine Sätze ausdrücken konnten. So sagt er:[1] „Die berühmte Inschrift von Theben, welche Plutarch und Clemens von Alexandrien anführen, und die einzige[2], deren Erklärung auf uns gekommen ist, drückte in den Hieroglyphen eines Kindes, eines Greisen, eines Geiers, eines Fisches und eines Nilpferdes, folgende Sentenz aus: Ihr, die ihr geboren seid, und sterben müßt, wisset, daß der Ewige die Unverschämtheit verabscheut. — Um dieselbe Idee auszudrücken, würde ein Mexicaner den großen Geist, Teotl, dargestellt haben, wie er einen Verbrecher von sich jagt; gewisse Charaktere, die er über die beiden Köpfe gesetzt hätte, würden hinreichend gewesen sein, das Alter des Kindes und des Greisen anzuzeigen; er hätte die Handlung individualisirt; aber der Styl seiner Hieroglyphenmalerei würde ihm kein Mittel geboten haben, dieses Gefühl von Haß und Rache im Allgemeinen auszudrücken."

Die aztekischen Völkerschaften hatten Hieroglyphen für Wasser, Erde, Luft, Wind, Tag, Nacht, Mitternacht, Wort und Bewegung; sie hatten solche für die Zahlen, die Tage und Monate des Sonnenjahrs, und die Zeichen gaben, wenn sie dem Gemälde einer Begebenheit beigesetzt wurden, auf eine sehr scharfsinnige Weise an, ob die Handlung bei Tag oder bei Nacht vorgegangen war, welches Alter die Personen hatten, und welche von ihnen am meisten geredet hatte. Für die Namen findet man bei den Mexicanern

1) Vues des Cordillères 63.

2) Damals war die Entzifferung der Hieroglyhen noch unbekannt.

auch phonetische Zeichen. Die wörtliche Uebersetzung von Axajacatl ist Wassergesicht, für Ilhuicamina, Pfeil, der den Himmel durchdringt. Um daher die Könige Ilhuicamina und Axajacatl darzustellen, verband der Maler die Hieroglyphen des Wassers und des Himmels mit der Figur eines Kopfes und eines Pfeils. Die Namen der Städte Macuilxochitl, Quautinchan und Tehuilojoccan bedeuten: fünf Blumen, Haus des Adlers und Ort der Spiegel, und um diese drei Städte anzuzeigen, malte man eine Blume, die auf fünf Punkten stand, ein Haus, aus welchem ein Adlerskopf hervorragte und einen Spiegel von Obsidian.

Humboldt[1] macht auch auf die künstlerische Ausführung der Hieroglyphen aufmerksam.

Man erblickt in den mexicanischen Gemälden ungeheuer große Köpfe, unmäßig dicke Körper und Füße, die durch die Länge der Zehen den Vogelkrallen ähnlich sind. Die Köpfe sind immer im Profil gezeichnet, aber das Auge ist so gestellt, als ob man die Figur von vorn ansehe.

„Trotz der großen Unvollkommenheit ihrer Hieroglyphenmalerei," sagt Humboldt, „ersetzte den Mexicanern der Gebrauch dieser Malereien indeß doch den Mangel an Büchern, Handschriften und alphabetischen Charakteren; zu Montezuma's Zeiten waren viele tausend Menschen mit Malen beschäftigt, indem sie entweder ganz neue Gemälde anfertigten, oder schon vorhandene copirten. Ohne Zweifel trug die Leichtigkeit, womit man das Papier aus Maguey- (Agave) Blättern machte, mit zum häufigen Gebrauche der Malerei bei. Das Papierschilf (Cyperus papyrus) gedeiht auf dem alten Continente nur an feuchten, gemäßigten Orten; die Maguey dagegen wächst in den Ebenen und auf den höchsten Gebirgen, in den heißesten Gegenden der Erde, sowie auf den Plateau's, wo das Thermometer bis auf den Gefrierpunkt fällt, gleich gut. Von den mexicanischen Handschriften (Codices mexicani), welche sich erhalten haben, sind einige auf Hirschhäute, andere auf baumwollenes Tuch und auf Magueypapier gemalt. Sehr wahrscheinlich ging der Gebrauch der gegerbten völlig zubereiteten Häute bei den Amerikanern wie bei den Griechen und andern Völkern des alten Continents dem des Papieres voran; wenigstens scheinen die Tolteken die Hieroglyphenmalerei bereits in der früheren Epoche angewendet zu haben, als sie noch die nördlichen Provinzen bewohnten, deren Klima den Anbau der Agave nicht gestattet."

---

1) Vues des Cordillères 67.

„Bei den Völkern von Mexico waren die Figuren und symbolischen Charaktere nicht auf besondern Blättern angebracht. Was auch immer der Stoff war, aus dem sie bestanden, so hätten sie doch selten die Bestimmung, Rollen zu bilden, sondern man faltete sie beinahe immer im Zickzack auf ganz besondere Weise, etwa so, wie das Papier an unsern Fächern. Zwei Täfelchen von leichtem Holz waren an die Enden geklebt und zwar das eine unten, das andere oben, so daß das Ganze, wenn es zusammengeschlagen war, die vollkommenste Aehnlichkeit mit unsern gebundenen Büchern hatte. Aus dieser Art von Einband ersieht man, daß man, wenn eine mexicanische Handschrift wie unsre Bücher geöffnet wird, zugleich nur die Hälfte der Charaktere, nämlich diejenigen sehen kann, die auf derselben Seite der Haut oder des Mangueypapieres stehen. Um alle Blattseiten zu durchgehen, (wenn man anders die verschiedenen Falten eines Streifens, der oft 12—15 Meter lang ist, Blattseiten nennen darf) muß man die ganze Handschrift einmal von der linken nach der rechten und ein zweitesmal von der rechten nach der linken Seite ausbreiten. In dieser Rücksicht haben die mexicanischen Malereien die größte Aehnlichkeit mit den siamesischen Handschriften auf der kaiserlichen Bibliothek zu Paris, welche gleichfalls zickzack gefaltet sind."

Den Untersuchungen Humboldt's zufolge sind in Europa nur sechs Sammlungen mexicanischer Hieroglyphen, nämlich die vom Escurial, die in Bologna, Veletri, Rom, Wien und Berlin. Diese geben Kunde theils über Zeitrechnung, theils über kirchliche Gebräuche und Geschichte der Mexicaner. Die Zeitrechnung war eine sehr einfache und dabei sehr genaue. Das bürgerliche Jahr, das um die Zeit der Wintersonnwende begann, war ein Sonnenjahr zu 365 Tagen; es war in 18 Monate mit je 20 Tagen eingetheilt, hinter denen dann, wie im neufranzösischen Kalender, 5 Schalttage kamen. Wer an einem dieser 5 Schalttage geboren wurde, konnte sich sein ganzes Leben hindurch als Unglückskind betrachten. Die Monate hatten noch wochenähnliche Eintheilungen zu 5 Tagen, an dem einzelnen Tage unterschied man 8 gleiche Theile. Dreizehn Jahre zu 365 Tagen gaben einen kleinen Cyclus, viermal 13, d. i. 52 Jahre, einen großen, an dessen Ende 13 Tage eingeschaltet wurden.

Humboldt erwähnt, daß nach Gama nach dem Ende eines 52jährigen Cyclus nur 12½ Tage eingeschaltet worden seien, so daß in dem einen alle Jahre in der Nacht, im andern am Tage begannen, was noch genauer wäre. In diesem Falle kämen in 408 Jahren 100 Schalttage zweiter Ordnung, die also unsern Schalttagen entsprechen, zum Vorschein, während unser gregorianisches Jahr deren in 400 Jahren 97, in 408 Jahren

daß allemal an einem der Stelle, welche in der griechischen Schrift einen Eigennamen enthielt, entsprechenden Orte der Hieroglyphen eine größere Anzahl von Zeichen eingeklammert war. Dieses und der Umstand, daß man beide Inschriften vergleichen konnte, haben dann die Möglichkeit geboten, die Hieroglyphen zu lesen.

Das Bestreben, das eben angeführte Princip nicht nur auf die Namen, sondern auf die Gesammtheit dessen, was man darstellen will, anzuwenden, hat endlich die phonetische Schreibweise in's Leben gerufen, deren wir uns jetzt bedienen. Man zerlegte die in den verschiedenen Sprachen vorkommenden Worte in Töne und gab jedem derselben ein besonderes Zeichen, die bei dem Schreiben nach Bedürfniß hinter einander gesetzt werden. Diese Methode empfiehlt sich durch ihre Einfachheit, und sie hat darum auch die größte Verbreitung finden können; dagegen hat sie gegenüber der symbolischen Schreibweise, welche letztere von der Sprache ganz unabhängig ist, den Nachtheil, daß eine Schrift nur von dem gelesen werden kann, der die Sprache, in der sie abgefaßt ist, versteht. Die beiden Schreibweisen verhalten sich zu einander wie die Pantomime zu dem Worte, während die Taubstummensprache, die zum größten Theile aus in allen Sprachen verständlichen Geberden besteht, für den Rest aber den einzelnen Buchstaben entsprechende Zeichen zu Hülfe nimmt, die Stelle der gemischten Schrift einnimmt.

Die Peruaner bedienten sich zur Zeit der Entdeckung von Amerika einer von den vorstehenden ganz verschiedenen Art der Darstellung; sie hatten mehrfarbige Fäden, die Quippu's, in denen sie verschiedenartige Knoten anbrachten und die dann die Stelle einer Schrift vertraten. Soviel mir bekannt, ist die Kunst die Quippu's zu entziffern ganz verloren gegangen. Nach Humboldt[1] hatten auch die Völker von Anahuac vor Einführung der Hieroglyphen Quippu's (hier Nepohualtzitzin genannt), von denen noch Boturini ächte gehabt haben soll, auch waren diese Quippu's in sehr alten Zeiten bei den Chinesen im Gebrauche. Unser Forscher erörtert in demselben Kapitel die Frage, ob in Amerika schon vor der Entdeckung durch Columbus phonetische Zeichen üblich waren, und verneint dieselbe dann. Es waren zwar Court de Gabelin und Dr. Stiles der Ansicht, es sei eine phönizische, also phonetische, Inschrift gefunden worden; doch widerspricht Humboldt. Man hatte nämlich auf einem Felsen bei Dighton, 12 Meilen südlich von Boston, eine Inschrift entdeckt, die für phönizisch angesehen wurde. Die Eingeborenen daselbst hatten eine alte Ueberlieferung, der zufolge

1) Vues des Cordillères 69.

Fremde, die in hölzernen Häusern schifften, den Fluß Taunton hinaufgefahren seien. Nachdem diese Fremden die rothen Menschen besiegt, gruben sie Züge in den Felsen, die heutzutage von dem Wasser des Flusses bedeckt sind. Humboldt sagt, daß die Abbildungen dieser Züge ganz denen ähnlich seien, die man in Norwegen und andern scandinavischen Ländern vielfach sehe. Dieser Aeußerung zufolge wäre anzunehmen, daß diese Zeichen Runen seien, die dann wahrscheinlich von der Zeit der ersten Entdeckung Amerika's durch die Normänner herrühren würden. Andere noch weniger verbürgte Nachrichten, die Humboldt erwähnt, will ich übergehen.

Außer einigen Darstellungen von Sonne, Mond und Sternen nebst einigen andern Zeichen im Orinoco und Sonnendarstellungen in Peru, fand Humboldt ächte, nach einem bestimmten Systeme gearbeitete Hieroglyphen in Mexico, die ihm zufolge bei den alten Einwohnern in hohem Grade im Gebrauche waren. Er findet einen Unterschied der mexicanischen Hieroglyphen von den ägyptischen darin, daß erstere mehr individualisirten, während letztere auch allgemeine Sätze ausdrücken konnten. So sagt er:[1] „Die berühmte Inschrift von Theben, welche Plutarch und Clemens von Alexandrien anführen, und die einzige[2], deren Erklärung auf uns gekommen ist, drückte in den Hieroglyphen eines Kindes, eines Greisen, eines Geiers, eines Fisches und eines Nilpferdes, folgende Sentenz aus: Ihr, die ihr geboren seid, und sterben müßt, wisset, daß der Ewige die Unverschämtheit verabscheut. — Um dieselbe Idee auszudrücken, würde ein Mexicaner den großen Geist, Teotl, dargestellt haben, wie er einen Verbrecher von sich jagt; gewisse Charaktere, die er über die beiden Köpfe gesetzt hätte, würden hinreichend gewesen sein, das Alter des Kindes und des Greisen anzuzeigen; er hätte die Handlung individualisirt; aber der Styl seiner Hieroglyphenmalerei würde ihm kein Mittel geboten haben, dieses Gefühl von Haß und Rache im Allgemeinen auszudrücken."

Die aztekischen Völkerschaften hatten Hieroglyphen für Wasser, Erde, Luft, Wind, Tag, Nacht, Mitternacht, Wort und Bewegung; sie hatten solche für die Zahlen, die Tage und Monate des Sonnenjahrs, und die Zeichen gaben, wenn sie dem Gemälde einer Begebenheit beigesetzt wurden, auf eine sehr scharfsinnige Weise an, ob die Handlung bei Tag oder bei Nacht vorgegangen war, welches Alter die Personen hatten, und welche von ihnen am meisten geredet hatte. Für die Namen findet man bei den Mexicanern

1) Vues des Cordillères 63.

2) Damals war die Entzifferung der Hieroglyhen noch unbekannt.

auch phonetische Zeichen. Die wörtliche Uebersetzung von Axajacatl ist Wassergesicht, für Ilhuicamina, Pfeil, der den Himmel durchdringt. Um daher die Könige Ilhuicamina und Axajacatl darzustellen, verband der Maler die Hieroglyphen des Wassers und des Himmels mit der Figur eines Kopfes und eines Pfeils. Die Namen der Städte Macuilxochitl, Quautinchan und Tehuilojoccan bedeuten: fünf Blumen, Haus des Adlers und Ort der Spiegel, und um diese drei Städte anzuzeigen, malte man eine Blume, die auf fünf Punkten stand, ein Haus, aus welchem ein Adlerskopf hervorragte und einen Spiegel von Obsidian.

Humboldt[1] macht auch auf die künstlerische Ausführung der Hieroglyphen aufmerksam.

Man erblickt in den mexicanischen Gemälden ungeheuer große Köpfe, unmäßig dicke Körper und Füße, die durch die Länge der Zehen den Vogelkrallen ähnlich sind. Die Köpfe sind immer im Profil gezeichnet, aber das Auge ist so gestellt, als ob man die Figur von vorn ansehe.

„Trotz der großen Unvollkommenheit ihrer Hieroglyphenmalerei," sagt Humboldt, „ersetzte den Mexicanern der Gebrauch dieser Malereien indeß doch den Mangel an Büchern, Handschriften und alphabetischen Charakteren; zu Montezuma's Zeiten waren viele tausend Menschen mit Malen beschäftigt, indem sie entweder ganz neue Gemälde anfertigten, oder schon vorhandene copirten. Ohne Zweifel trug die Leichtigkeit, womit man das Papier aus Mangney- (Agave) Blättern machte, mit zum häufigen Gebrauche der Malerei bei. Das Papierschilf (Cyperus papyrus) gedeiht auf dem alten Continente nur an feuchten, gemäßigten Orten; die Mangney dagegen wächst in den Ebenen und auf den höchsten Gebirgen, in den heißesten Gegenden der Erde, sowie auf den Plateau's, wo das Thermometer bis auf den Gefrierpunkt fällt, gleich gut. Von den mexicanischen Handschriften (Codices mexicani), welche sich erhalten haben, sind einige auf Hirschhäute, andere auf baumwollenes Tuch und auf Mangneypapier gemalt. Sehr wahrscheinlich ging der Gebrauch der gegerbten völlig zubereiteten Häute bei den Amerikanern wie bei den Griechen und andern Völkern des alten Continents dem des Papieres voran; wenigstens scheinen die Tolteken die Hieroglyphenmalerei bereits in der früheren Epoche angewendet zu haben, als sie noch die nördlichen Provinzen bewohnten, deren Klima den Anbau der Agave nicht gestattet."

1) Vues des Cordilléres 67.

„Bei den Völkern von Mexico waren die Figuren und symbolischen Charaktere nicht auf besondern Blättern angebracht. Was auch immer der Stoff war, aus dem sie bestanden, so hätten sie doch selten die Bestimmung, Rollen zu bilden, sondern man faltete sie beinahe immer im Zickzack auf ganz besondere Weise, etwa so, wie das Papier an unsern Fächern. Zwei Täfelchen von leichtem Holz waren an die Enden geklebt und zwar das eine unten, das andere oben, so daß das Ganze, wenn es zusammengeschlagen war, die vollkommenste Aehnlichkeit mit unsern gebundenen Büchern hatte. Aus dieser Art von Einband ersieht man, daß man, wenn eine mexicanische Handschrift wie unsre Bücher geöffnet wird, zugleich nur die Hälfte der Charaktere, nämlich diejenigen sehen kann, die auf derselben Seite der Haut oder des Mangueypapieres stehen. Um alle Blattseiten zu durchgehen, (wenn man anders die verschiedenen Falten eines Streifens, der oft 12—15 Meter lang ist, Blattseiten nennen darf) muß man die ganze Handschrift einmal von der linken nach der rechten und ein zweitesmal von der rechten nach der linken Seite ausbreiten. In dieser Rücksicht haben die mexicanischen Malereien die größte Aehnlichkeit mit den siamesischen Handschriften auf der kaiserlichen Bibliothek zu Paris, welche gleichfalls zickzack gefaltet sind."

Den Untersuchungen Humboldt's zufolge sind in Europa nur sechs Sammlungen mexicanischer Hieroglyphen, nämlich die vom Escurial, die in Bologna, Veletri, Rom, Wien und Berlin. Diese geben Kunde theils über Zeitrechnung, theils über kirchliche Gebräuche und Geschichte der Mexicaner. Die Zeitrechnung war eine sehr einfache und dabei sehr genaue. Das bürgerliche Jahr, das um die Zeit der Wintersonnwende begann, war ein Sonnenjahr zu 365 Tagen; es war in 18 Monate mit je 20 Tagen eingetheilt, hinter denen dann, wie im neufranzösischen Kalender, 5 Schalttage kamen. Wer an einem dieser 5 Schalttage geboren wurde, konnte sich sein ganzes Leben hindurch als Unglückskind betrachten. Die Monate hatten noch wochenähnliche Eintheilungen zu 5 Tagen, an dem einzelnen Tage unterschied man 8 gleiche Theile. Dreizehn Jahre zu 365 Tagen gaben einen kleinen Cyclus, viermal 13, d. i. 52 Jahre, einen großen, an dessen Ende 13 Tage eingeschaltet wurden.

Humboldt erwähnt, daß nach Gama nach dem Ende eines 52jährigen Cyclus nur 12½ Tage eingeschaltet worden seien, so daß in dem einen alle Jahre in der Nacht, im andern am Tage begannen, was noch genauer wäre. In diesem Falle kämen in 408 Jahren 100 Schalttage zweiter Ordnung, die also unsern Schalttagen entsprechen, zum Vorschein, während unser gregorianisches Jahr deren in 400 Jahren 97, in 408 Jahren

also fast ganz 99 hat und das (ungenauere) Jahr des julianischen Kalenders in 408 Jahren 102 bekommt. Der Schluß einer 52jährigen Periode war für Mexico stets eine sehr kritische Zeit, da man jedesmal fürchtete, es möge um diese Zeit die Sonne nicht mehr aufgehen und die Erde ein Tummelplatz böser Geister werden, die die Menschheit vernichten. Man dachte sich eine Art Untergang der Welt, man glaubte, die Frauen würden sich bei dieser Gelegenheit in Tiger verwandeln und den bösen Geistern beistehen, und darum wurden dieselben um diese Zeit sorgfältig eingesperrt. Alle Feuer wurden ausgelöscht. In den letzten Tagen zog die Priesterschaft mit allen Götzen auf den Berg Huizachtecatl; dort wurde ein Mensch geopfert, in seine Brustwunde ein Holz gesteckt, ein anderes Holz durch Reiben daran entzündet. Mit dem Gelingen dieses Experimentes begann auch die Hoffnung auf eine weitere Frist von 52 Jahren wieder aufzuleben; man zündete mit dem Feuer einen Scheiterhaufen an, dessen Flammen man in großer Entfernung sehen konnte, und stationsweise trugen Boten das neue Feuer im Lande herum.

Neben der bürgerlichen Zeitrechnung gab es in Mexico noch eine kirchliche, in der kleinere Perioden von 13 Tagen eine Hauptrolle spielten. Nach je 13 Jahren stimmten beide Kalender wieder zusammen, die Einschaltung am Ende eines 52jährigen Cyclus betrug eine Kirchenperiode und außerdem gaben 260 Tage 20 Kirchenperioden und 52 bürgerliche Viertelsmonate zu 5 Tagen. Dadurch wurden die Zahlen 5, 13, 20 und 52 für die Mexicaner besonders bedeutungsvoll.

Nach den Ueberlieferungen und Hieroglyphen[1] der Mexicaner hatte die Erde von Zeit zu Zeit Katastrophen durchzumachen, die namentlich für die Menschen sehr verderblich waren, da diese jedesmal fast ganz von der Erde vertilgt wurden, denn es rettete sich von ihnen nur ein einziges Paar, je nach Umständen in einer Höhle oder in einem Baumstamme, während die übrigen theils umgebracht, theils in Vögel, Affen oder Fische verwandelt wurden. Hiezu trugen theils elementare Ereignisse, theils böse Geister, theils in Tiger verwandelte Frauen bei. Jedesmal erlosch hiebei die Sonne, und nach wiederhergestellter Ruhe nahm eine neue Sonne den Platz der alten ein. Zur Zeit der Entdeckung von Amerika regierte bereits die vierte Sonne, die 752 unsrer Zeitrechnung erschien; man zählte also das vierte Zeitalter der Erde. Da die früheren Katastrophen alle am Ende eines 52jährigen Cyclus eingetreten waren, glaubte man, es werde auch das nächstemal der

1) Humboldt, Vues des Cordillères 204 u. ff.

Termin eingehalten, und darum war auch das Ende jeder dieser Perioden, wie oben angegeben, von so großer Bedeutung. Die mexicanische Eva wurde als eine Frau mit einer Schlange abgebildet.

Bei den Muyscas in Bolivia waren Tag und Nacht in je 2 Theile gesondert; dann hatten sie eine Art von Wochen zu 3 Tagen, größere Perioden zu 4 Wochen und zweierlei Jahre, das bürgerliche zu 20 Monaten (à 12 Tagen), das kirchliche zu 37. Zwanzig kirchliche oder 37 bürgerliche Jahre machten einen Cyclus. Nebenbei war noch ein Bauernjahr üblich, das sich nach den Regenzeiten richtete.

Die großen Bauwerke der Mexicaner waren Pyramiden (Teocallis), von denen einige, wie z. B. die große Pyramide von Cholula, schon aus der vorazteklischen Zeit stammen. „Diese Gebäude," sagt Humboldt[1], „obschon von sehr verschiedener Größe, hatten doch alle einerlei Form, sie waren Pyramiden von mehreren Absätzen, deren Seiten sich genau nach der Mittags- und der Parallellinie des Ortes richteten. Der Teocalli erhob sich mitten auf einem viereckigen, mit einer Mauer eingefaßten Raum, der mit dem Peripolos der Griechen verglichen werden kann, und Gärten, Springbrunnen, die Wohnungen der Priester und manchmal auch Waffenmagazine einschloß, indem jeder mexicanische Göttertempel ein fester Ort war, wie der des Baal Berich, welcher von Abimelech verbrannt wurde. Eine große Treppe führte auf den Gipfel der abgestumpften Pyramide. Oben auf dieser Plattform standen eine oder zwei thurmartige Kapellen, in denen die colossalen Bildsäulen der Gottheit, welcher der Teocalli gewidmet war, aufgestellt wurden. Diesen Theil des Gebäudes muß man als den wesentlichsten ansehen; es ist der Naos oder vielmehr der Secos der griechischen Tempel. Hier war es auch, wo die Priester das heilige Feuer unterhielten. Wegen der besondern Form des Gebäudes konnte der opfernde Priester von einer großen Menge Menschen gesehen und die Procession der Tropixqui (Priester) die Treppen auf- oder niedersteigen, von Weitem wahrgenommen werden. Das Innere des Gebäudes diente zum Begräbnißort der Könige und der angesehensten Mexicaner."

„Unmöglich kann man die Beschreibungen Herodot's und Diodor's von Sicilien von dem Tempel des Jupiter Belus lesen, ohne die Aehnlichkeit dieses babylonischen Monuments mit den Teocalli's von Anahuac auffallend zu finden."

---

1) Vues des Cordillères 24.

Nicht blos im alten Anahuac findet man Gebäude, die auf eine frühere Cultur schließen lassen; auch die nördlichen Provinzen von Mexico und die Vereinigten Staaten besitzen deren in großer Anzahl, obwohl die in der Nähe wohnenden Indianer nicht zur Annahme berechtigen, als hätten sie oder ihre Vorfahren dazu beigetragen. Man findet Denkmale, die an die Pyramiden von Anahuac erinnern, sowie auch andere, die keine Verwandtschaft mit den Aztekengebäuden haben. Es ist allen Anzeichen nach wahrscheinlich, daß in früherer Zeit der Norden von Amerika oder doch Theile desselben in einem höheren Culturzustande gewesen seien, als die Europäer bei der Entdeckung von Amerika ihn trafen; aber jetzt noch mit einiger Sicherheit ausmitteln zu wollen, welche Ereignisse jene alte Civilisation getroffen und zerstört haben, welche Wanderungen der einzelnen Völker und Stämme dort stattgefunden haben, das wird wohl stets eine ungelöste Aufgabe bleiben.

Humboldt, dessen im Essai polit. d. Nouv. Esp. ausgesprochene Ansicht über die Wanderungen der alten Stämme ich oben angedeutet habe, kommt in der Rel. hist. III. Note A. des Cap. 26. wiederholt auf diese Frage zurück und prüft sowohl die Notizen der verschiedenen amerikanischen Forscher über dortige Baudenkmale, als auch die große Anzahl von Hypothesen über den Ursprung der alten Völker. In Beziehung auf die mexicanischen Völker sagt er S. 158: „Wohin soll man diese Metropole der Colonieen von Anahuac verlegen, diese officina gentium, welche 5 Jahrhunderte hindurch Stämme südwärts schickt, die sich verstehen, sich als Verwandte betrachten? Asien nördlich vom Amur, da, wo es Amerika am nächsten liegt, ist ein barbarisches Land, und nimmt man (was geographisch möglich ist) eine Wanderung von Südasien über Japan, Tarakay, die Kurilen und Aleuten von Südwest nach Nordost (von 40^0—55^0 B.) an, wie soll man glauben, daß bei einer so langen, so leicht zu unterbrechenden Wanderung die Erinnerung an die Einrichtungen der Metropole sich so lebhaft und frisch erhalten konnten? Die cosmogonischen Mythen, Pyramiden, Kalender u. s. w., alles weist auf Asien hin, während die Frische der Erinnerungen, die Eigenthümlichkeiten, welche in anderer Beziehung die mexicanische Bildung zeigt, darauf hindeuten, daß zwischen 36^0 und 42^0 B. in Nordamerika ein altes Reich existirte. Man kann die kriegerischen Denkmale in den Vereinigten Staaten nicht untersuchen, ohne an das erste Vaterland der civilisirten Völkerschaften von Mexico zu denken."

Unser Gelehrter ist nicht abgeneigt, diesen alten Stammsitz in den Alleghanies zu suchen, wo nach Heckwalder noch im 16. Jahrhundert ein

Volk wohnte, das in Städten lebte, und an Bildung allen Stämmen Nordamerika's weit überlegen war.

Diese Alleghanier, von denen auch das Gebirge seinen Namen hat, wurden von den Lenni-Lenapen (Delawaren), die von Westen kamen und sich mit den Mengwis (Irokesen) verbunden hatten, geschlagen: als sie gegen Süden flohen, sammelten sie nach jeder Schlacht die Leichen ihrer Verwandten in Tumulis, dann gingen sie gegen den Missisippi und man weiß nicht, was aus ihnen geworden ist.

Ein Gegenstand lebhafter Meinungsverschiedenheit ist in neuerer Zeit die Frage, ob das gegenwärtige Menschengeschlecht von Einem Paare abstammen könne, so daß die Verschiedenheiten, die man jetzt wahrnimmt, nur als die Folge äußerer Einflüsse zu betrachten sind, oder ob unter Zugrundelegung mehrerer ursprünglichen Paare die Verschiedenheit schon in der Natur der Sache begründet sei. Es dürfte interessant sein, die Ansicht Humboldt's hierüber, sowie über die amerikanische Race insbesondere zu kennen. Er sagt[1]: „Die Stämme Amerika's bilden, mit Ausnahme der Anwohner des Polarkreises, eine einzige Race, die sich durch Schädelbildung, Hautfarbe, dünnen Bart und schlichte Haare auszeichnet. Die amerikanische Race steht in sehr merkbaren Beziehungen mit den mongolischen Völkern, zu denen die einst unter dem Namen der Hunnen bekannten Abkömmlinge der Hiong-nu, die Kalmuken und Buräten gehören. Neuere Untersuchungen haben sogar gezeigt, daß nicht nur die Bewohner von Unalaska, sondern auch mehrere südamerikanische Völkerschaften, durch die Bildung ihrer Schädelknochen einen Uebergang von der amerikanischen zu der mongolischen Race bilden. Hat man dereinst die dunkeln Männer von Afrika und das Gewirre von Stämmen, welche das Innere und den Nordosten von Asien inne haben, und welche von systematischen Reisenden mit den Namen der Tartaren und Tschuden bezeichnet werden, näher untersucht, so werden die Racen des Kaukasiers, Mongolen, Amerikaners, Malayen und Negers weniger isolirt dastehen und man wird in der großen Familie des Menschengeschlechtes einen einzigen Typus erkennen, der nur modificirt ist durch Umstände, welche vielleicht für immer verborgen bleiben werden."

„Wenn die Sprache auch nur schwach auf die alte Communication zwischen der alten und neuen Welt hinweist, so zeigt sich doch diese Verbindung unzweifelhaft durch die Kosmogonien, Bauwerke, Hieroglyphen und Einrichtungen der asiatischen und amerikanischen Stämme."

---

1) Vues des Cordillères, Introduction VII.

Im Kosmos[1] finden wir die Stelle: „Indem wir die Einheit des Menschengeschlechtes behaupten, widerstreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme von höheren und niederen Menschenracen. Es gibt bildsamere, höher gebildete, durch geistige Cultur veredelte, aber keine edleren Volksstämme. Alle sind gleichmäßig zur Freiheit bestimmt; zur Freiheit, welche in roheren Zuständen dem Einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politischer Institutionen der Gesammtheit als Berechtigung zukommt."

In dieser Weise wußte der große Mann das Resultat seiner gelehrten Untersuchungen mit den Gefühlen seines edlen Herzens zu vereinen!

---

1) I. 385.

Dritter Abschnitt.

Humboldt's vorgerückte Jahre.

1828 — 1859.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen.

Während die Jünglingsjahre Humboldt's vorzugsweise den Eindruck machen, daß es dem strebenden Manne zunächst darum zu thun war, durch Zahl und Manchfaltigkeit seiner Beobachtungen den Schatz menschlichen Wissens zu bereichern, und dabei das Aufstellen von Theorien mehr in den Hintergrund gestellt wurde, hat das Mannesalter bereits mehrere Fälle, in denen Humboldt selbständig den Grund zu einem neuen Gebäude legte, wie z. B. bei der Pflanzengeographie, oder die Arbeiten anderer Forscher mit den seinigen verbindend, das Facit aus denselben zog und die Natur von einem höhern allgemeineren Standpunkte zu betrachten lehrte, wie dieses unter andern seine Arbeit über die geographischen Verhältnisse von Südamerika zeigt. In dem nunmehr folgenden dritten Abschnitte seines Lebens sehen wir die eigenen Beobachtungen zwar nicht verdrängt; aber weitaus vorherrschend ist das Bestreben, das gewonnene Material zusammenzufassen, ein Streben, dessen Gipfelpunkt die Bearbeitung des Kosmos bildet. Charakteristisch für diesen Abschnitt sind die große Zahl von Arbeiten anderer Forscher, welche ihre Resultate zuerst Humboldt brieflich mittheilten, worauf dieser erst sie veröffentlichte, denn sie zeigen, daß in ihm in gewisser Beziehung die Fäden sich vereinigten, durch welche die Arbeiten der über die ganze Erde zerstreuten Gelehrten zu einem einheitlichen Ganzen verbunden werden sollten. Besonders reich an solchen Mittheilungen sind die Poggendorff'schen Annalen.

Nachdem Humboldt seit seiner Rückkehr aus Amerika sich nur ausnahmsweise aus Paris entfernt hatte, kehrte er 1827 in seine Vaterstadt Berlin zurück, um dort seinen bleibenden Wohnsitz aufzuschlagen.

Dieser Vorsatz wurde zunächst durch eine Reise nach Sibirien unterbrochen.

Schon lange hatte Humboldt den Wunsch gehegt, das Innere von Asien zu bereisen; das russische Ministerium Romanzow hatte ihm schon 1812 eine Reise nach Tübet vorgeschlagen, doch wurde dieselbe durch den französischen Feldzug gegen Rußland vereitelt. Ueber die nächste Veranlassung zur Reise von 1829 sagt Humboldt selbst[1] Folgendes:

„Ich glaube die Dankbarkeit, die ich dem erhabenen Monarchen, auf dessen Befehl ich die Reise in das asiatische Rußland unternommen und ausgeführt habe, nicht auf eine würdigere Weise an den Tag legen zu können, als indem ich einfach erzähle, was diese Reise veranlaßte und wie edel und freisinnig die Mittel zur Erreichung wissenschaftlicher Zwecke dargeboten wurden. Im Sommer des Jahres 1827, als ich eben erst nach einem langen Aufenthalte in Frankreich in mein Vaterland zurückgekehrt war, wurde ich von dem kais. russ. Staats- und Finanzminister, Herrn Grafen von Cancrin, aufgefordert, ihm meine Ansichten über den Nutzen einer baldigst in Curs zu setzenden Platinmünze aus den Erzeugnissen des Urals und über das gesetzliche Verhältniß des Werthes dieser Münze zu einem der beiden andern Metalle mitzutheilen. Ich war schon in früherer Zeit von dem spanischen Gouvernement officiell veranlaßt worden, denselben Gegenstand zu bearbeiten; auch wurde während des Wiener Congresses von Privatpersonen den versammelten Monarchen der Antrag gemacht, aus dem amerikanischen Platin eine in allen Staatscassen anzunehmende Münze schlagen zu lassen. Die Besorgnisse, die ich dem Grafen von Cancrin im Herbste des Jahres 1827 äußerte, sind (und es ist mir eine besondere Freude, es hier aussprechen zu müssen) durch mehrjährige Erfahrung bei sehr gemäßigter Emission der Platinmünze und bei der weiten Ausdehnung des Kaiserreichs nicht gerechtfertigt worden: indessen hatte die freimüthige Discussion über eine wichtige staatswirthschaftliche Frage nicht das ehrenvolle Vertrauen gemindert, das mir geschenkt war. Kaum hatte ich in dem Laufe jenes Briefwechsels der Hoffnung erwähnt, sobald es meine Lage gestatten würde, auf einer Sommerreise den Ural zu besuchen, dessen geognostische Constitution gewiß viele Vergleichungspunkte mit der Andeskette von Neugranada darbieten müßte, als ich bereits (unter dem 5./17. Dec. 1827) durch den Herrn Finanzminister, der unablässig so viele wissenschaftliche Unternehmungen und Institute in das Leben

1) Rose, Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. Vorrede.

gerufen hat, von den allerhöchsten Befehlen Sr. Maj. des Kaisers Nicolaus in Kenntniß gesetzt wurde, laut deren meine Reise in größerer Ausdehnung und nach den sorgfältigsten Vorbereitungen, auf alleinige Kosten der Krone ausgeführt werden sollte. Diese Nachricht erweckte in mir auf das lebhafteste die alte, angeborene Reiselust. So sehr ich mich aber auch freute, wieder auf einer Landreise einen so großen Erdstrich zu durchwandern, so konnte ich doch wegen des Wunsches, meine öffentlichen Vorlesungen über die physische Weltbeschreibung im Winter und Frühjahr 1829 zu vollenden, nicht sogleich von jenen großartigen, meine Freiheit übrigens auf keine Weise beschränkenden Anerbietungen Gebrauch machen. Die Bitte um Aufschub fand leicht Gehör, und der Herr Graf v. Cancrin schrieb mir unterm 8./20. März 1828, Se. kais. Maj. habe durch eigenhändige Confirmation genehmigt, daß es ganz von meinem eigenen Ermessen abhängen solle, die Expedition nach dem Uralgürtel und nach Tobolsk erst im Jahre 1829 anzutreten, und meine gelehrten Freunde, die Professoren Ehrenberg und G. Rose als Begleiter mitzubringen; auch bleibe mir selbst überlassen, ob ich in den nächstfolgenden Jahren meine Excursionen nach dem Ararat oder andern südlichen Gegenden Rußlands ausdehnen wolle. Für die Sicherheit und Schnelligkeit der zu unternehmenden Reise hatte der Herr Finanzminister mit der zartesten Sorgfalt die zweckmäßigsten Veranstaltungen getroffen. Ein eigenes, mir im Winter 1829 kurz vor meiner Abreise von Berlin zugesandtes Pro Memoria enthielt die Bestimmungen über die für die Expedition bereits angefertigten Wagen, über die Zahl der Postpferde auf jeder Station (meist 15—20), über die Wahl eines Feldjägers oder Couriers, über die geräumigen Wohnungen, die überall in Bereitschaft gehalten werden sollten, über die militärische Bedeckung, wo sie der Gränze nahe erforderlich wäre, u. s. w. Ein sehr ausgezeichneter Bergbeamter, zweier Sprachen, der deutschen und französischen, gleich mächtig, sollte uns auf der ganzen Reise begleiten, und ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich diesem unserm Begleiter, dem Herrn Oberhüttenverwalter, jetzt Berghauptmann, v. Menschenin hier den Ausdruck meines Dankes öffentlich erneuere."

„Das Pro Memoria, dessen ich eben erwähnte, schloß mit den denkwürdigen Worten: Es hängt ganz von Ihnen ab, in welchen Richtungen und zu welchem Zwecke Sie diese Reise ausführen wollen; der Wunsch der Regierung ist einzig der, den Wissenschaften förderlich zu sein. So viel Sie können, werden Sie dabei dem Bergbau und dem Gewerbfleiße Rußlands Nutzen schaffen."

Die schmeichelhaften Verheißungen, die Humboldt und seinen Be-

gleitern gemacht worden waren, wurden von der russischen Regierung auf's glänzendste erfüllt. „Ueberall," sagt Rose, „war für ein möglichst schnelles Fortkommen auf das zweckmäßigste gesorgt; auf allen Berg- und Hüttenwerken wurden wir erwartet, gleich nach unserer Ankunft mit allem Sehenswerthen bekannt gemacht und auf den Excursionen von den Beamten der Werke auf das gefälligste begleitet. Auf diese Weise blieb uns keine Zeit ungenutzt, wir konnten die Gegenstände viel schneller kennen lernen, als unter andern Umständen möglich gewesen wäre, und haben so in dem kurzen Zeitraum von noch nicht 6 Monaten den Ural fast 6 Breitegrade, von Bogoslowsk bis Orsk, und den Altai von Barnaul bis zur mongolisch-chinesischen Gränze am Irtysch bereist; wir haben Astrachan besucht und das caspische Meer beschifft."

Wohl niemals wurde eine Reise zu wissenschaftlichen Zwecken unter so günstigen Verhältnissen ausgeführt. Ich habe mich auch bei meiner Einleitung zu derselben länger aufgehalten, um dabei den Unterschied zeigen zu können, der zwischen der amerikanischen und der asiatischen Reise Humboldt's stattfand. Welcher Abstand besteht nicht zwischen der auf den Indianernachen ausgeführten Fahrt auf dem Orinoco und der nach Sibirien!

Die Abfassung des historischen Berichtes über die Reise übernahm auf Humboldt's Wunsch G. Rose, der ihn zugleich mit den Resultaten der Beobachtungen aus dem Gebiete der Mineralogie und Geognosie und damit verflochten veröffentlichte. Humboldt selbst gibt im 3. Bande seiner Asie centrale p. 599 einen kurzen Bericht wieder, welchen 1830 Cuvier der Akademie zu Paris als deren Secretair veröffentlicht hat, und welchen ich hier einschalten will.

„In einer der Octobersitzungen hat Herr v. Humboldt, eines der acht auswärtigen Mitglieder der Akademie der Wissenschaften, in Kürze die Hauptergebnisse der Reise mitgetheilt, die er unter den Auspicien Sr. Maj. des Kaisers von Rußland, begleitet von den Herren Ehrenberg und Gustav Rose, in die Gold- und Platinbergwerke des Ural, in die Silberminen des Altai, die Gränzen der chinesischen Dzungarei und an das caspische Meer gemacht hat. In dem einzigen Jahre 1829 wurden in diesen Theil des alten Continents vier sehr bemerkenswerthe wissenschaftliche Expeditionen unternommen: die Humboldt's nach Sibirien, die des jüngeren Parrot auf den Gipfel des Ararat, welchen er mit Obsidian bedeckt und 405 Meter höher gefunden hat als den Montblanc, die Kupffer's auf den Trachytberg Elbrug im Kaukasus, der eine Höhe von 5637 Meter erreicht, und endlich die große Reise von Hansteen, Due und Adolph Ermann, welche

unternommen wurde, um die magnetischen Linien von Petersburg bis Kamtschatka zu bestimmen."

„Herr v. Humboldt schiffte sich zu Nischnei-Nowgorod auf der Wolga ein, um nach Kasan zu fahren und die tatarischen Ruinen von Bolgari zu besuchen. Von da begab er sich über Perm nach Katharinenburg, das an dem asiatischen Abhang des Ural, einer mächtigen Bergkette liegt, die aus mehreren nahezu parallelen Gliedern besteht, deren höchste Gipfel kaum 16—1700 Meter erreichen. Der Ural geht, wie die Andes, von den dem Aralsee nahen Tertiärgebilden bis zu den Grünsteinen am Eismeere fast ganz in der Richtung des Meridians. Während eines Monats untersuchte Herr v. Humboldt die centralen und nördlichen Theile des Ural, berühmt durch das reiche angeschwemmte Land, welches Gold und Platin führt, die Malachitbrüche von Gumechewskoi, den großen magnetischen Berg Blagodad, die bekannten Topas- und Beryllager von Murzinsk. Bei Nischni-Tagilsk, einer Gegend, die sich mit Choco in Südamerika vergleichen läßt, fand man eine Platinstufe von 8 Kilogrammen Gewicht. Von Katharinenburg ging die Reise über Tjumen nach Tobolsk am Irtysch und von da über Tara; die Steppe von Baraba, welche wegen des Stiches von unzähligen Insecten aus der Familie der Tipulä [1] gefürchtet ist, nach Barnaul an dem Ufer des Ob, an den romantischen See von Kolywan und zu den bedeutenden Silberminen von Schlangenberg, Riddersk und Zyrianowski, die an dem Südwestabhange des Altai liegen. Der höchste Gipfel des Altai, von den Kalmuken Iyictu [2] (Gottesberg) oder Alastu (kahler Berg) genannt, erreicht beinahe die Höhe des Pics von Teneriffa. Die jährliche Silberausbeute der Minen von Kolywan beträgt 17,000 Kilogramme oder 70,000 Mark. Von Riddersk gegen die kleine Festung Ustkamenogorsk kamen die Reisenden bei Buchtarminsk an die Gränze der chinesischen Dzungarei, wo sie sogar die Erlaubniß erhielten, die Gränze zu überschreiten und den mongolischen Posten Baty oder Khoni-mailakhu zu besuchen. Dieser Posten ist im Innersten von Asien, nördlich von dem Dzaisansee gelegen und hat nach Humboldt eine Länge von 81 1/2°, ist also nahezu im Meridian von Benares."

„Auf dem Rückwege von Khoni-mailakhu nach Ustkamenogorsk sahen die Reisenden an den einsamen Ufern des Irtysch, auf einer Strecke von mehr

---

1) Schnacken.

2) Rose I. 595 bezeichnet als höchsten Berg des Altai die Bjelucha, welche nach Staatsrath Gebler 11000 Fuß hoch sein soll, was nahezu die Höhe des Pic von Teneriffa (nach Humboldt, Rel. hist. I. 153. 11424') ist.

als 5000 Metern den Granit in fast horizontale Schichten getheilt und über einen Schiefer ausgegossen, der theils unter 85° geneigt ist, theils ganz vertical steht. Von der Festung Ustkamenogorsk aus ging der Weg über Semipalatinsk und Omsk durch die Steppe der mittleren Horde der Kirgisen an den Kosakenlinien von Ischim und Tobol vorbei gegen den südlichen Ural. Dort ist bei Miask ein kleiner Bezirk, in welchem nur wenige Zolle unter der Oberfläche 1826 drei Stufen von gediegenem Golde gefunden wurden, von denen zwei ein Gewicht von 6, die dritte ein Gewicht von 10 Kilogrammen hatten. Den südlichen Ural entlang begaben sich die Reisenden bis zu den schönen Steinbrüchen von grünem Jaspis bei Orsk, wo der fischreiche Jaik die Kette von Ost nach West durchbricht, worauf sie über Guberlinsk nach Orenburg fuhren, einer Stadt, welche trotz der geringen Entfernung vom caspischen Meere, nach den ein ganzes Jahr hindurch gemachten Barometerbeobachtungen von Hofmann und Helmersen schon 37 Toisen über der Meeresfläche liegt. Darauf besichtigten sie die reiche Steinsalzgrube Iletzk, welche vereinsamt in der Steppe der kleinen Kirgisenhorde ist, dann Uralsk, den Hauptort der uralischen Kosaken, wo diese vermittelst Haken Nachts Störe von 4 1/2—5 Fuß aus dem Wasser (Wolga) ziehen, die deutschen Kolonien am linken Ufer der Wolga im Gouvernement Saratow, den großen Salzsee Elton in der Steppe der Kalmüken und gingen über Sarepta (einer schönen Kolonie der mährischen Brüder) nach Astrachan. Der Hauptzweck dieses Ausflugs an das caspische Meer waren die Analyse des Wassers desselben, welche Rose übernahm, Barometerbeobachtungen correspondirend mit solchen von Orenburg, Sarepta und Kasan, und endlich die Sammlung von Fischen dieses Binnenmeeres, um das Werk von Cuvier und Valenciennes über die Fische zu bereichern. Von Astrachan kehrten die Reisenden über den Isthmus, der bei Tichinskaya den Don von der Wolga trennt, durch das Land der donschen Kosaken, über Woroneje und Tula nach Moskau und Petersburg zurück."

Der Ural ist berühmt wegen seiner Goldbergwerke oder Goldseifen. Daß im Urgebirgsgestein Gold enthalten sei, kann gerade keine Seltenheit genannt werden, ist sogar eher eine allgemeine Erscheinung; aber die Reichhaltigkeit des Goldes in einer bestimmten Menge des zu verarbeitenden Materials bedingt die Rentabilität der Arbeit. Wollte man das Gestein wie es ist auf Gold verarbeiten, so würde wohl in den meisten Gegenden der Erde, wo jetzt Gold gewonnen wird, der Betrieb eingestellt werden müssen, da er die Kosten nicht lohnen würde. In der Regel sammelt man das Gold da, wo die Natur zu dessen Ausscheidung schon das Meiste gethan hat. So im

Ural, in Californien und Australien. Die Gesteine, aus denen ein Gebirge zusammengesetzt ist, sind wohl hart, aber nicht unverwüstlich, denn durch die Verwitterung, diesen eigentlichen Zahn der Zeit, werden sie fort und fort an der Oberfläche zerbröckelt und der Schutt wird durch die Regengüsse in die Tiefe geführt. Dort werden die einzelnen größeren Brocken eher liegen bleiben, die feineren aber weiter fortgeschwemmt werden, und nur dann sich früher absetzen, wenn sie ein bedeutendes specifisches Gewicht besitzen. Dieser Fall ist der des Goldes. Es bleibt früher liegen, und eine große Masse von Sand wird von ihm durch die Natur entfernt. Im Laufe der Jahrhunderte bilden sich größere Lager, und der Mensch, der den von der Natur eingeschlagenen Weg, die Abschwemmung mit Wasser fortsetzt, vollendet in den Goldseifen nur, was jene begonnen. Darum werden auch alle Goldlager mit der Zeit erschöpft, und es wird für den Ural, für Californien so gut eine Zeit kommen, wo die Ausbeutung nicht mehr lohnt, als sie für das frühere Goldland Spanien bereits vorhanden ist. Das Silber wird im Gegensatze zum Golde der größern Masse nach durch Hüttenarbeit, d.i. dadurch gewonnen, daß man das Erz im Innern des Berges aufsucht, und die Minen sind darum nachhaltiger. Die reichsten Silberminen scheint Rußland im Altai zu haben.

Bei dem Berichte über die amerikanische Reise Humboldt's habe ich einige Fragmente aus dessen Schriften wiedergegeben; es möge mir gestattet sein, hier aus der sibirischen Reise nach dem Rose'schen Werke eine Notiz zu bringen. Ich erwähne die Entdeckung von Diamanten im Ural, die sich unmittelbar an die Reise knüpfte.

„Herr v. Humboldt," sagt Rose[1], „hatte in seinem geognostischen Werke über die Lagerung der Gebirgsmassen in beiden Hemisphären auf die merkwürdige Analogie des gemeinschaftlichen Vorkommens von Mineralien aufmerksam gemacht, die in den verschiedensten Erdstrichen gleichartig das Gerölle von Platin und von Goldsand charakterisiren, so daß in Brasilien z.B. zu Corrego das Lagens Gold, Platin, Palladium und Diamanten, bei Tejuco Gold und Diamanten, am Rio Abaete Platin und Diamanten vorkommen. Diese Ideen der Association von Mineralien hatten in ihm, und wie er ausdrücklich in den Fragmens asiatiques (II. 593) erwähnt, schon viel früher (seit 1826) in unserm Freunde, Herrn Prof. v. Engelhardt in Dorpat und in Herrn Mamyscheff, vormaligem Director der Goroblagodatschen Hüttenwerke, die lebhafteste Hoffnung zur Auffindung von Dia-

1) A. a. O. I. 353.

manten im Ural erregt. Wenn wir nach einem Seifenwerke kamen und den Goldsand mikroskopisch untersuchten, um die Begleiter des Goldes und des Platins kennen zu lernen, und aus ihnen Schlüsse auf die ursprüngliche Lagerstätte des Goldes zu machen, so richteten wir hiebei unsere Aufmerksamkeit ganz besonders auf das Vorkommen von Diamanten. Wir ließen stets eine gewisse Menge des Sandes nur so weit waschen, daß die leichtern staubartigen Theile entfernt wurden, und der gröbere zurückbleibende Theil Sand dadurch erkenntlicher ward, denn treibt man die Concentration zu weit, so werden mit dem Quarz die leichtern nicht metallischen Substanzen weggeschwemmt und es bleibt mit dem Golde und dem Platin nur Magneteisenerz oder zuweilen Chromeisenerz zurück. Bei diesen fortgesetzten mikroskopischen Untersuchungen glückte es uns, Krystalle zu finden, die in dem Goldsande vom Ural noch nicht gekannt waren, aber indem sie sich mit den Diamanten in dem Goldsande von Brasilien finden, unsere Aufmerksamkeit in steter Spannung erhielten. So entdeckten wir gleich auf den ersten Seifenwerken, die wir besuchten, und später fast auf allen übrigen, kleine Zirkone, die durch ihren starken demantartigen Glanz uns häufig täuschten und in Nischne-Tagilsk Anatas. Aber unser eifriges Suchen nach Diamanten im Ural blieb ohne Erfolg und obschon am westlichen Abhange des Gebirges unsre Begleiter Graf Polier und Herr Schmidt den 5. Juli die merkwürdige Entdeckung machten, so erhielten wir die Nachricht doch erst den 3. September in Miask, als wir in der Zwischenzeit einen großen Theil von Sibirien bis Buchtharminsk und Riddersk bereist hatten. Der Graf Polier sandte Herrn v. Humboldt von Nischni-Nowgorod aus durch Herrn Schmidt einen der aufgefundenen Diamanten zum Geschenk[1] mit der Bitte, vor unserer Ankunft in Petersburg die Entdeckung nicht zu veröffentlichen, weil er selbst noch nicht die russischen Edelsteine dem Herrscher des Landes überreicht hatte."

Graf Polier, auf dessen Gütern der erste Diamant gefunden wurde und der unsre Reisenden bis zum Ural begleitet hatte, sagt in einem an Humboldt gerichteten Berichte über den Hergang der Entdeckung[2]: „Den

1) Dieser Diamant befindet sich jetzt in der k. mineralogischen Sammlung zu Berlin. Herr v. Humboldt hielt, als wir unsere Expedition antraten, die Entdeckung der Uralischen Diamanten für so wahrscheinlich und nahe, daß er, indem er sich bei J. M. der Kaiserinn beurlaubte, scherzend sagte: „er werde nicht ohne die russischen Diamanten vor der Monarchinn wieder erscheinen." Zufälliger Weise hatte bei unserer Rückkehr im Monat November nur der Kaiser die Polier'schen Edelsteine gesehen, und Herr v. Humboldt hatte die Freude, der Kaiserinn den jetzt in Berlin aufbewahrten Diamanten als den ersten zu zeigen. R.

2) Rose a. a. O. 357.

5. Juli kam ich mit Herrn Schmidt, einem jungen Freiberger Mineralogen, dem ich die Direction der Werke anvertrauen wollte, in dem Seifenwerke an und denselben Tag wurde in dem mir vorgelegten Goldsande und zwischen einer Menge von Eisenkieskrystallen und Quarzstücken der erste Diamant des Urals entdeckt. Er war den Tag vorher durch einen Knaben von 14 Jahren, Namens Paul Popoff aus dem Dorfe Kalinskoje, aufgefunden worden. Dieser Knabe war bei dem Seifenwerke angestellt, und da denjenigen eine Belohnung zugesichert war, welche auffallende Steine finden würden, so hatte er sich beeilt, seinen Fund dem Aufseher zu geben, der aber, einem so kleinen Steine keine Wichtigkeit beimessend und denselben für einen Tjescheloweß (vollwichtigen Stein, Topas) haltend, ihn zu den andern Mineralien, die er mir überreichte, gelegt hatte. Seine Durchsichtigkeit war vollkommen, und dies allein, verbunden mit seinem Glanze, hätte uns bewiesen, daß es ein Diamant sei, selbst wenn seine Krystallisation mit abgerundeten Flächen uns noch den mindesten Zweifel gelassen hätte, daß die Prophezeiung des Herrn v. Humboldt eingetroffen wäre. Drei Tage darauf fand ein anderer Knabe einen zweiten, und einige Tage nach meiner Abreise von dem Seifenwerke schickte man mir einen dritten, der größer als die beiden andern zusammengenommen war."

Den vorstehenden Hergang der Auffindung uralischer Diamanten hat Humboldt später wiedergegeben[1] und noch eine Stelle aus Helmersen's Voyage hinzugefügt, die hier ihren Platz finden möge.

„Westlich von Kuschwa," sagt Helmersen, auf dem europäischen Abhange des Ural befindet sich der District von Biserk, der durch die im Juni 1829 gemachte Auffindung von Diamanten in den Wäschen von Krestovosdwischenskoi, die der Frau Fürstinn Butera, geborenen Fürstinn Schakowski, wiederverehelichten Gräfinn Polier gehören. Von jener Zeit an bis zum Jahre 1834 sind in der Grube von Adolfskoi 41 Diamanten gefunden worden. Da man an dieser Stelle weiter keine mehr entdeckt hat, verbreiteten sich unter mehreren Einwohnern des Ural Zweifel an der Existenz der russischen Diamanten; man glaubte sich sogar zu der Annahme berechtigt, der Steiger, welcher 1829 die Wäschen leitete, habe heimlich brasilische Diamanten in den goldhaltigen Sand von Adolfskoi geworfen. Ich glaubte dieses Gerüchts erwähnen zu müssen, weil es während meines Aufenthaltes in dem dortigen Gebirge in meiner Gegenwart öfters laut wurde, aber der Ungrund dieser Beschuldigung und dieses aus Mißgunst hervorgehenden Argwohns hat sich in neuerer Zeit erwiesen. Man weiß, daß 1831 in der Nähe von

1) Asie centrale III. 520 u. ff.

Jekatherinenburg in den Wäschen des Herrn Major 2, 1838 bei Kuschwa 4 und 1839 im Districte von Werkhne-Uralsk in der goldführenden Alluvion von Uspenskaya, die dem Generallieutenant Gemthschujnikoff gehört, 1 Diamant gefunden wurden. Der Ural liefert daher, wenn auch bisher in geringer Menge, an vier von einander um 600 Werste entfernten Punkten Diamanten. Es ist nicht zu zweifeln, daß man eines Tags dahin kommen wird, das wirkliche und hauptsächliche Lager dieser kostbaren Substanz, das sie in Fülle liefernde Nest zu finden. Als ich mich darüber verwunderte, daß die Arbeiten in der Grube von Adolfskoi am Ufer des Flüßchens Poludennaya, des Nebenflusses der Koiwa, ausgesetzt worden seien, belehrte mich der dermalige Director des Werks, Herr Graube, daß das goldführende Sandlager jetzt erschöpft und daß die bisher gefundenen Diamanten zu klein seien, um die Kosten zu decken. Herr Graube zweifelte durchaus nicht an der Wahrheit der Entdeckung uralischer Diamanten, und that dieses um so weniger, als während seines Aufenthaltes daselbst 1833 ein Diamant in dem Sande der Grube von Adolfskoi gefunden wurde. Herr Schmidt (einer der Reisegefährten des Herrn v. Humboldt) ist seit längerer Zeit todt und der junge Popoff, der 1829 den ersten Diamanten gefunden hat, arbeitet nicht mehr in jenem Theile des Uralgebirges."

Man kann sonach als sicher annehmen, daß es im Ural Diamanten gibt, wenn es sich auch zur Zeit nicht verlohnt, sie zu suchen. Die oben erwähnten Zweifel an der Wahrheit der Entdeckung uralischer Diamanten sind auch in Deutschland geäußert worden, weshalb ich der vorstehenden Entgegnung einen Platz einräumen zu müssen glaubte.

Der Theil des russischen Reiches, der zwischen dem Ural und dem caspischen Meere liegt, ist derjenige, welcher einem großen, wenn nicht dem größten Theile des Kaiserstaates ein unentbehrliches Lebensbedürfniß, das Salz, liefert. Dieses Gebiet, welches Humboldt mit seinen Gefährten durchreiste, ist, wenn auch wohl nicht so eben als die Llanos in Amerika, doch eines der flachsten in dem weiten Raume des russischen Reiches, es ist die Steppe oder die Nachbarschaft derselben, die zum Theil dem unter russischer Oberhoheit stehenden Chane der kleinen Horde der Kirgisen unterthänig ist.

Die Resultate der Reise Humboldt's, Rose's und Ehrenberg's finden sich veröffentlicht in:

Humboldt, Fragmens de géologie et de climatologie asiatiques. Paris. 2 vol. in-8°. 1831.

Reise nach dem Ural, dem Altai und dem kaspischen Meere auf Befehl Sr. Majestät des Kaisers von Rußland im

Jahre 1829 ausgeführt von A. v. Humboldt, G. Ehrenberg und G. Rose.

Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem kaspischen Meere von Gustav Rose. 1. Bd. Reise nach dem nördlichen Ural und dem Altai. Berlin 1837. 8. 2. Bd. Reise nach dem südlichen Ural und dem kaspischen Meere; Uebersicht der Mineralien und Gebirgsarten des Ural. Berlin 1842. 8.

Humboldt, Asie centrale. Recherches sur les chaines de montagnes et la climatologie comparée. 3 vol. 8. Paris 1843.

Das Werk Rose's enthält den Bericht über die sämmtlichen mineralogischen und geologischen Beobachtungen, sowie auch die Erzählung der Reiseergebnisse, bildet also in dieser Beziehung ein Analogon zu Humboldt's Relation historique über die amerikanische Reise.

Das Humboldt'sche Werk Asie centrale, ist eigentlich eine vermehrte zweite Auflage der Fragmens de géologie etc., weshalb ich mich hier zunächst auf dessen Besprechung beschränken will.

Humboldt sagt in der Einleitung zu der Asie centrale: „In diesem Werke habe ich es versucht, die Früchte meiner Studien über Centralasien zu vereinigen; ich untersuchte den gegenwärtigen Stand unsres Wissens, die Grundlagen unsrer Karten und die Richtungen, welche den Unebenheiten des Bodens auf der Oberfläche eines großen Continentes angewiesen wurden. In der Erhebung der Massen, in der Ausdehnung und Richtung der Gebirgssysteme und deren gegenseitiger Stellung gibt es hervorragende Eigenthümlichkeiten, die seit dem grauen Alterthume einen Einfluß auf die gesellschaftlichen Zustände des Menschen ausgeübt haben, sei es, daß sie bei ihm die Neigung zu seinen Wanderungen bestimmt, und den Fortschritt seiner geistigen Cultur befördert oder gehemmt haben."

„In der Arbeit, die ich vor einer langen Reihe von Jahren begonnen habe, war es mein Hauptaugenmerk, die wesentlichen Züge anzugeben, nach denen es der Natur gefallen hat, die Verschiedenheiten in Boden, Klima und Producten hervorzubringen. . . . Das Buch, das ich eben veröffentliche, umfaßt in den 2 ersten Bänden Betrachtungen über die Bergketten und die großen geologischen Charaktere, durch die sie sich auszeichnen; im dritten Bande sind Untersuchungen über die Klimatologie von Asien und den Erdmagnetismus. Wie ich im orographischen Theile häufig die Analogien und Gegensätze hervorgehoben habe, die zwischen Asien, den Cordilleren des neuen Continents oder den Alpen von Europa, das nur eine halbinselförmige Verlängerung von Asien ist, bestehen, so habe ich auch bei der Klimatologie des

letzteren Welttheils allgemeine Untersuchungen angestellt, welche sich auf die Gestalt der Isothermen, und die Ursachen ihrer Biegung erstrecken, sowie über die Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemisphären unter Vergleichung der Gränze, die derselbe am Kaukasus, auf beiden Abhängen des Himalaja, in Mexico und in den Andes von Bolivia einhält. Vier Tafeln zeigen unter genauer Angabe der 3 Coordinaten der Breite, Länge und Höhe die mittleren Temperaturen des Jahres, der 4 Jahreszeiten, des kältesten und wärmsten Monats in allen bekannten Theilen der Erde vom $74^{03}/_{4}$ nördl. bis zum $53^{01}/_{2}$ südl. Breite. Diese Tafeln, von einem ausgezeichneten Physiker, Herrn Mahlmann nach den neuesten Beobachtungen zusammengestellt, umfassen 315 Orte; sie sind die numerischen Elemente der positiven Meteorologie, Elemente, die wie diejenigen, auf welchen unsre astronomischen Tabellen beruhen, sich von Tag zu Tag mit Hülfe strengerer Methoden und genauerer Instrumente vervollkommnen."

Wenn auch die die asiatische Reise unmittelbar betreffenden Schriften an Umfang die amerikanischen Reisewerke Humboldt's weitaus nicht erreichen, so ist doch seine Productivität, was den Umfang der übrigen Arbeiten anbelangt, in dem letzten Abschnitte seines Lebens kaum geringer gewesen, als im zweiten. Wir besitzen eine größere Anzahl von kleineren Notizen Humboldt's, in denen er über die Werke Anderer Bericht erstattete, namentlich finden sich diese zahlreich in den Schriften der Pariser Akademie und zeigen wie die bereits erwähnten Beiträge zu den Poggendorff'schen Annalen den lebhaften Verkehr des Gelehrten mit den Vertretern sämmtlicher Zweige der Wissenschaft; doch will ich mich hier zunächst darauf beschränken, die bedeutenderen seiner eigenen Werke anzugeben. Dieselben sind:

Ueber die allgemeinen Gesetze der stündlichen Schwankungen des Barometers. Pogg. Ann. XII. 1828. (Auch Rel. hist. III.)

Ueber die Mittel, um die Ergründung einiger Phänomene des tellurischen Magnetismus zu erleichtern. Pogg. Ann. XV. 1829.

Beobachtungen der magnetischen Intensität und Inclination auf der Reise nach und in Amerika. Pogg. Ann. XV 1829. (Auch Rel. hist. III.)

Ueber die bei verschiedenen Völkern üblichen Systeme von Zahlzeichen und über den Ursprung des Stellenwerthes in den indischen Zahlen. Crelle, Journ. f. Mathematik IV. 1829.

De l'inclinaison de l'aiguille aimantée dans le nord de l'Asie et des observations correspondantes des variations horaires faites en différentes parties de la terre. Ann. ch. phys. XLIV. (Auch Pogg. Ann. XVIII. 1830.)

Ueber die Bergketten und Vulcane von Innerasien und einen neuen vulcanischen Ausbruch in der Andeskette. Ann. ch. phys. XLV. (Auch Pogg. Ann. XVIII. 1830.)

Tableau statistique de l'île de Cuba pour les années 1825—1829. Paris I. Vol. 8. 1831.

Examen critique de l'histoire de la géographie du nouveau continent, et des progrès de l'astronomie nautique aux XVe et XVIe siècles. Paris 1814—1838 I. Vol. in Fol. (Auch 5 Vol. 8.) Deutsch von J. L. Ideler. 3 Bnd. 8. Berlin 1836.

Ueber die Temperatur der Ostsee. Pogg. Ann. XXXIII. 1834.

Ueber einige electromagnetische Erscheinungen und den verminderten Luftdruck unter den Tropen. Pogg. Ann. XXXVII. 1836.

Geognostische und physicalische Beobachtungen über die Vulcane von Quito. Pogg. Ann. XLIV. 1838. Auch in den Kleineren Schriften.

Ueber Schwankungen der Goldproduction mit Rücksicht auf staatswirthschaftliche Probleme. Deutsche Vierteljahrsschrift 1838. 4. Heft.

Versuch die mittlere Höhe der Continente zu bestimmen. Pogg. Ann. LVII. 1842. (Auch in der Asie centrale I. und umgearbeitet in den Kleineren Schriften.)

Sur la température des eaux fournies par les puits artésiens de Neusalzwerk en Westphalie. Compt. rend. XVIII. 1843.

Ueber die Höhe des ewigen Schnees auf beiden Abhängen des Himalaja. Pogg. Ann. LXII. 1844. (Auch in der Asie cent. III.)

Notice sur un aérolithe tombé le 14. Juillet 1847 à Braunau (Bohême). Compt. rend. XXV. 1847.

Sur l'apparition périodique des étoiles filantes du 13. au 15. Novembre. Compt. rend. XXIX. 1849.

Ueber die ältesten Karten des Neuen Continents und den Namen Amerika. Ghillany: Geschichte des Seefahrers Martin Behaimb 1852.

Kleinere Schriften 1. Bd. Geognoſtiſche und phyſikaliſche Erinnerungen. Stuttgart 1854. 8.

Atlas der Kleineren Schriften 1. Bd. Stuttgart 1854. 4.

Lettre à M. Elie de Beaumont, sur les sociétés de météorologie et les observations météorologiques. Compt. rend. XL. 1855.

Sur quelques phénomènes de la lumière zodiacale. Compt. rend. XLI. 1855.

Kosmos, Entwurf einer phyſicaliſchen Weltbeſchreibung. Berlin, Stuttgart und Tübingen in 8. 1. Bd. 1845; 2. Bd. 1847; 3. Bd. 1850; 4. Bd. 1. Abth. 1858.

Das Werk Examen critique etc. iſt der Text zum Atlas géographique et physique, von dem bereits oben S. 110 die Rede war; es gehört daher noch zu denjenigen Arbeiten Humboldt's, die er an ſeine amerikaniſche Reiſe anknüpfte. Wenn ſich hieraus auch ergibt, daß die Beſprechung dieſes Buches eigentlich in den vorigen Abſchnitt gehört hätte, ſo möge die Verſetzung in den jetzigen dritten darin ſeine Entſchuldigung finden, daß die Vollendung des Werkes doch etwas zu weit (bis 1838) in die gegenwärtige Periode hineinreicht, als daß ich ſie leicht hätte in die früheren verlegen können.

Ueber den Inhalt des Humboldt'ſchen Buches ſoll in dem Kapitel „Geſchichte der Geographie" geſprochen werden, deſſen größten Theil er ausmachen wird; am Schluſſe des Kapitels werde ich aber noch einige Bemerkungen über die Unterſuchungen beifügen, welche Humboldt über die Geſchichte der geographiſchen Kenntniſſe von Aſien angeſtellt hat, und die, als in der Asie centrale enthalten, entſchieden dem dritten Abſchnitte angehören. Um nun die geographiſch-hiſtoriſchen Arbeiten nicht trennen zu müſſen, habe ich vorgezogen, auch die Studien über Amerika hieher zu verlegen.

Humboldt hat in ſeinem Examen critique etc. Theile der Entdeckungsgeſchichte Amerikas behandelt, er gibt nicht die vollſtändige Geſchichte, ſondern nimmt manche Gegenſtände als bekannt an, um ſein Augenmerk mehr auf andere weniger klare Punkte werfen zu können. Urſprünglich beabſichtigte er ſein Werk auf nachſtehende 4 Abſchnitte auszudehnen:

1) Von den Urſachen, welche die Entdeckung der Neuen Welt vorbereitet und herbeigeführt haben.

2) Von einigen Thatſachen, welche ſich auf Columbus und Amerigo Vespucci, ſowie auf die Data der geographiſchen Entdeckungen beziehen.

3) Von den ersten Karten der Neuen Welt und von der Epoche, in welcher man den Namen Amerika vorgeschlagen hat.

4) Von den Fortschritten der nautischen Astronomie und Kartenzeichnenkunst in dem 15. und 16. Jahrhundert.

Leider hat er die Arbeit nicht vollendet; dieselbe ist nur bis zum Schlusse des 2. Abschnittes gediehen, in dem übrigens auch einige Gegenstände des dritten eingeschlossen zu sein scheinen. Unter dem Titel „Ueber die ältesten Karten des Neuen Continents und den Namen Amerika," den man als mit dem Titel des 3. Abschnittes gleichbedeutend betrachten kann, hat Humboldt später (1852) die Abhandlung in Ghillany's Werke (Siehe S. 331) veröffentlicht, doch ist dieselbe in Beziehung der Ausführlichkeit eher als ein Auszug des fehlenden 3. Abschnittes zu betrachten. Es war ursprünglich Humboldt's Plan,' noch einen weiteren Band zu veröffentlichen; die Papiere dazu hat der Verstorbene seinem Freunde, Herrn Professor Buschmann vermacht.

Die Kleineren Schriften enthalten größtentheils unveränderte Abdrücke früherer in wenig verbreiteten Schriften enthaltener Abhandlungen. Hier findet sich z. B. die Arbeit Humboldt's und Gay-Lussac's über die Zusammensetzung der Luft, sowie die Abhandlung von den Isothermen (letztere jedoch unter Hinzufügung neuerer Temperaturtabellen), von welchen beiden bereits im vorigen Abschnitte die Rede war. Zwei Aufsätze, wovon der eine die nächtliche Zunahme der Intensität des Schalles, die andere die mittlere Höhe der Continente bespricht, und wovon ersterer bereits in den Annales de chimie et de physique von 1820 (siehe oben S. 125), letzterer in der Asie centrale I. und Pogg. Ann. LVII. erschienen war, hat der Verfasser umgearbeitet. Den Rest bilden eine Abhandlung über das Hochland von Quito, eine Abhandlung über die Reise von La Condamine und Bouguer nach dem Pichincha und die Expedition des Herrn Wisse in's Innere des Pichincha, eine Abhandlung über das Hochland von Bogota und die Berichte über den Humboldt-Bonplandschen und den Boussingault'schen Versuch den Chimborazo zu besteigen.

Die Ansichten der Natur erschienen im Jahre 1849 in dritter Auflage mit bedeutenden Aenderungen in den den einzelnen Kapiteln beigegebenen wissenschaftlichen Zusätzen, in denen neben der Berücksichtigung der übrigen neueren Ergebnisse der Wissenschaft namentlich die Früchte der sibirischen Reise ihren Beitrag geleistet haben.

---

1) v. Martius, Denkrede auf A. v. Humboldt 35.

„Ich übergebe am späten Abend eines vielbewegten Lebens dem deutschen Publikum ein Werk, dessen Bild in unbestimmten Umrissen mir fast ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele schwebte. In manchen Stimmungen habe ich dieses Werk für unausführbar gehalten, und bin, wenn ich es aufgegeben, wieder, vielleicht unvorsichtig, zu demselben zurückgekehrt." Mit diesen Worten beginnt Humboldt die Vorrede zu dem Werke, das er gewissermaßen als den Schlußstein seiner früheren Arbeiten betrachtete, dem Kosmos. Er wollte der deutschen Nation ein literarisches Denkmal hinterlassen, auf das sie in späten Jahren noch mit Stolz hinblicken könne.

Werke naturwissenschaftlichen Inhaltes altern im Allgemeinen sehr schnell, denn bei dem regen Eifer, der jetzt allenthalben dem Studium der Natur zugewandt wird, bringt jeder Tag neue Thatsachen, neue Theorien und nicht lange dauert es, so zeigen sich fühlbare Lücken in dem Buche. Diesem Schicksale wird auch der Kosmos nicht entgehen, aber dann wird er einen historischen Werth bekommen, denn aus ihm wird man wie an einem Gränzsteine sehen, wie weit das Wissen unsrer Tage gereicht, welche Ansichten in den verschiedensten Zweigen der Naturwissenschaft die prädominirenden gewesen seien. Dieses Umstandes war der Meister sich wohl bewußt, und daraus dürfte sich die an Aengstlichkeit gränzende Vorsicht erklären, mit der er an die Arbeit ging. Schon der Titel hat ihm schwere Mühe gekostet.[1]

„Ich fange," schreibt er am 24. Oct. 1834, also 11 Jahre vor dem Erscheinen des 1. Bandes,[2] „den Druck meines Werkes (des Werkes meines Lebens) an. Ich habe den tollen Einfall, die ganze materielle Welt, alles was wir heute von den Erscheinungen der Himmelsräume und des Erdenlebens, von den Nebelsternen bis zur Geographie der Moose auf den Granitfelsen wissen, alles in einem Werke darzustellen, und in einem Werke, das zugleich in lebendiger Sprache anregt und das Gemüth ergötzt. Jede große und wichtige Idee, die irgendwo aufglimmt, muß neben den Thatsachen hier verzeichnet sein. Es muß eine Epoche der geistigen Entwickelung der Menschheit (in ihrem Wissen von der Natur) darstellen. Die Prolegomena sind meist fertig, der ganz umgearbeitete, von mir freigehaltene, aber an demselben Tage dictirte Discours d'ouverture, das Naturgemälde, die Anregungsmittel zum Naturstudium im Geiste unserer Zeit, dreierlei: 1) Poésie descriptive und

1) Briefe an Varnhagen. 4.

2) Ebenda 20. Der Wiederabdruck dieser Stelle wird mir hoffentlich nicht verargt werden.

lebendige Schilderung der Naturscenen in modernen Reiseberichten, 2) Landschaftmalerei, Darstellung, sinnliche, einer exotischen Natur, wann sie entstanden, wann sie Bedürfniß und hohe Freude geworden, warum das leidenschaftliche Alterthum sie nicht haben konnte, 3) Pflanzungen, Gruppirung nach Pflanzenphysiognomik, (nicht botanische Gärten); Geschichte der physischen Weltbeschreibung, wie die Idee der Welt, des Zusammenhangs aller Erscheinungen, den Völkern durch den Lauf der Jahrhunderte klar geworden ist. Diese Prolegomena sind die Hauptsache, und enthalten den generellen Theil, ihm folgt der specielle. — Die Einzelnheiten geordnet, (ich lege Ihnen einen Theil eines tabellarischen Registers bei). Weltraum — die ganze physische Astronomie — Unser fester Erdkörper, Inneres, Aeußeres, Electromagnetismus des Innern. Vulcanismus, d. h. Reaction des Innern eines Planeten auf seine Oberfläche. Gliederung der Massen. Eine kleine Geognosie — Meer — Luftkreis — Klimate — Organisches — Geographie der Pflanzen — Geographie der Thiere — Menschenracen und Sprache — deren dann physische Organisation (Articulation der Töne) von der Intelligenz (deren Product, Manifestation die Sprache ist) beherrscht wird. In dem speciellen Theile alle numerischen Resultate, die genauesten wie in Laplace exposition du système du Monde. Da diese Einzelnheiten nicht derselben literarischen Darstellung fähig sind, als die allgemeinen Combinationen des Naturwissens, so wird das nur Factische nur in kurzen Sätzen fast tabellarisch geordnet, so daß z. B. über Klimate, über Erdmagnetismus der fleißige Leser in wenigen Blättern alle Resultate zusammengedrängt finden muß, die ein Studium vieler Jahre nur liefern würde. Die Formähnlichkeit (literarische Uebereinstimmung) mit dem allgemeinen Theile wird vermittelt durch kleine Einleitungen zu jedem speciellen Kapitel. Otfried Müller hat in seiner vortrefflich geschriebenen Archäologie dieselbe Methode so glücklich befolgt."

„Ich habe gewünscht, daß Sie, hochverehrter Freund, einen deutlichen Begriff von meinem Unternehmen durch mich selbst erhalten möchten. Es ist mir nicht geglückt, das Ganze in einen Band zusammenzudrängen, und doch würde es in dieser Kürze den großartigsten Eindruck hinterlassen haben. Ich hoffe, daß 2 Bände das Ganze fassen. Keine Note unter dem Texte, aber hinter den Kapiteln Noten, welche ganz ungelesen bleiben können, die aber solide Erudition und mehr Einzelnheiten enthalten. Das Ganze ist nicht, was man gemeinhin physikalische Erdbeschreibung nennt, es begreift Himmel und Erde, alles Geschaffene. Ich hatte vor 15 Jahren angefangen, es französisch zu schreiben, und nannte es Essai sur la physique du Monde. In Deutschland wollte ich es anfangs das Buch von der Natur nennen,

wie man dergleichen im Mittelalter von Albertus Magnus hat. Das ist alles aber unbestimmt. Jetzt ist mein Titel: Kosmos, Entwurf einer physischen Erdbeschreibung von A. v. H. Nach erweiterten Umrissen seiner Vorlesungen in den Jahren 1827 und 1828.[1] Bei Cotta. Ich wünschte das Wort Kosmos hinzuzufügen, ja die Menschen zu zwingen, das Buch so zu nennen, um zu vermeiden, daß man nicht H.'s physische Erdbeschreibung sage, was denn das Ding in die Klasse der Mittersacher'schen Schriften werfen würde."

Aus dem Vorhergehenden erhellt, daß Humboldt sich dessen wohl bewußt war, was er im Kosmos gab, und überblickt man das reiche Programm des Werkes, so wird man es leicht erklärlich finden, warum das Buch, das neben seinem wissenschaftlichen Werthe zu gleicher Zeit ein Muster deutschen Styles ist, ein so außerordentliches Aufsehen machte. Der Kosmos ist ein Denkmal deutscher Wissenschaftlichkeit und wir Deutsche haben alle Ursache, darauf, als eine Zierde unserer Literatur, stolz zu sein.

Es ist Humboldt nicht gelungen, das Ganze, wie er ursprünglich beabsichtigte, in 2 Bände zusammenzudrängen, denn der allgemeine Theil allein nimmt diesen Raum ein; ein dritter Band enthält das Specielle des uranologischen Theiles, ein vierter war für das Specielle der Erde bestimmt. Leider hat der Verfasser den letzten Theil nicht zur Vollendung bringen können, wenigstens hat er die Veröffentlichung nicht erlebt, wenn, wie bald nach seinem Tode in den Zeitschriften versichert wurde, diese noch zu erwarten steht. Das, was veröffentlicht ist, geht bis zum Abschlusse der Besprechung der Reaction des Erdinnern auf die Oberfläche, des Vulcanismus, und es fehlen sonach, wenn wir das obige Programm zu Grunde legen, die Gegenstände von der „Gliederung der Massen" an. Wahrscheinlich ist ein größerer Theil des fehlenden Restes der Pflanzengeographie gewidmet.

Der Kosmos enthält der Natur der Sache nach nicht neue Forschungen, er ist eine Zusammenstellung dessen, was man bisher erfahren; wenn aber das Werk dadurch einen etwas compilatorischen Charakter bekommt, so ist nicht zu übersehen, daß sein Zweck zunächst der ist, das bisher Gesonderte zu vereinen und in seinem Zusammenhange als Ganzes darzustellen. Hiezu kommt noch als durchaus nicht zu vernachlässigender Umstand der, daß der Verfasser des Kosmos — die rein astronomischen Forschungen höchstens ausgenommen — in erster Reihe dazu beigetragen hat, die einzelnen Gegenstände

1) Dieser letzte Satz ist bei der Herausgabe des Buches weggeblieben.

auf die Höhe zu erheben, in der wir sie jetzt sehen. Allenthalben konnte Humboldt sagen: Quorum magna pars ego fui.

Auch hier, wie in den beiden ersten Abschnitten, will ich den vorliegenden Stoff in einzelne Kapitel absondern; ich sehe mich jedoch auch hier wieder, ja mehr noch als früher, in die Nothwendigkeit versetzt, verwandte Gegenstände aus einander zu reißen, so daß die neue Eintheilung hier um so mehr als widernatürlich erscheinen könnte, als bei Humboldt mit seinen vorschreitenden Jahren die Gränzen der sogenannten Zweige der Naturwissenschaft sich mehr und mehr verwischten, da er die einzelnen seiner Untersuchung vorliegenden Objecte nicht mehr mit den Augen des Physikers, des Geologen, des Geographen u. s. w. betrachtete, sondern sie vom allgemeinen wissenschaftlichen Standpunkte, gewissermaßen von allen Seiten zugleich auffaßte. Die Absonderung der einzelnen Theile halte ich im Interesse der Uebersichtlichkeit für nothwendig, obwohl der Natur der Sache nach manche Mißstände damit verbunden sind, und ich wähle daher nachstehende Kapitel, als die hervorragendsten Gegenstände behandelnd, aus.

1) Meteorologie,
2) Geographie,
3) Geschichte der Geographie,
4) Geologie,
5) Magnetismus.
6) Die Zahlzeichen.

Wie sich nicht anders erwarten läßt, findet man in den Humboldt'schen Werken an vielen Stellen die Besprechung von Gegenständen aus der Astronomie, und ein großer Theil des ersten, sowie fast der ganze dritte Theil des Kosmos sind der Sternenwelt gewidmet. Theils sind die Gegenstände gemischt, insofern sie von atmosphärischen Zuständen abhängige Erscheinungen der Sterne, wie Funkeln, scheinbares Schwanken derselben sind, oder (wie dieses namentlich in den Observ. astronomiques des amerikanischen Reisewerkes der Fall ist) die geographische Ortsbestimmung zum Zwecke haben, theils sind sie auch rein astronomisch und von den atmosphärischen Zuständen der Erde unabhängig, wie die Notizen über die Sternschnuppen (Rel. hist. I. 517 u. ff.). Den Haupttheil bilden die Besprechungen der Astronomie im Kosmos, doch sind diese nicht die Resultate der Forschungen Humboldt's; sie sind eine Zusammenstellung der bisherigen Errungenschaften der Astronomie. Man könnte allerdings aus den astronomischen Gegenständen ein eigenes Kapitel bilden; doch glaube ich dasselbe aus dem Grunde übergehen zu können, weil gerade die Hauptsache, die Abhandlungen im

Kosmos, sich weniger durch ihre Neuheit, als durch die Art der Darstellung auszeichnet, die eben ihrer Eigenthümlichkeit wegen in Kürze nicht wiedergegeben werden kann.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenstände.

Meteorologie.

Die Arbeiten Humboldt's über Meteorologie, von denen mir in diesem Abschnitte zu berichten übrig bleibt, umfassen fast ausschließlich den Wassergehalt und die Wärme der Luft, und finden sich in den Fragmens asiatiques II. und in dem dritten Bande der Asie centrale.

Die große Entfernung Centralasiens von bedeutenden Wasserflächen gibt sich darin zu erkennen, daß die Luft eine sehr geringe Menge von Feuchtigkeit enthält. Je nachdem die Wärme der Luft eine höhere oder eine niedrigere ist, kann die Menge des in einem bestimmten Raume möglicherweise enthaltenen Wasserdunstes eine verschiedene sein (vergl. S. 181), und man kann dieselbe ihrem wirklichen Werthe nach angeben (absolute Feuchtigkeit), man kann aber auch die gefundene Wassermenge mit der vergleichen, die der Temperatur zufolge vorhanden sein könnte, ohne in tropfbar-flüssiger Form ausgeschieden zu werden (relative Feuchtigkeit). Humboldt fand am 5. August 1829 Mittags 1 Uhr in der Steppe Platowskaya die kleinste bisher beobachtete relative Feuchtigkeit ($^{16}/_{100}$).[1] Die Feuchtigkeit der Luft nimmt in Sibirien von West gegen Ost in der Weise ab, daß, während Moskau jährlich 205 Regentage hat, in Kasan 90, in Irkutzk nur 57 beobachtet werden.

Nachdem Humboldt an die Umstände, denen Europa die im Verhältniß zu seiner Breite sehr hohe Mittelwärme verdankt und von denen bereits oben S. 166 die Rede war, erinnert hat, bespricht er die Temperaturverhältnisse Asiens, von dem Europa eigentlich nur eine westlich gerichtete Halbinsel vorstellt. Wenn sich, wie oben gezeigt wurde, für Europa eine große Anzahl von Umständen vereint, die mittlere Wärme zu erhöhen, und die Extreme der Temperatur einander zu nähern, so ist von dem allen in

---

1) Asie centrale III. 87.

Asien nichts zu finden. Europa ist gegliedert und gestattet dem Meere bis tief in sein Inneres leichten Zutritt, es ist dem Westwinde ausgesetzt und ein warmer Wasserstrom des Oceans erhöht nicht nur seine Temperatur, sondern verhindert auch, daß das Eis an seiner Nordküste sich festsetzt, die noch dazu keine sehr hohe Breite erreicht, da sie nur wenig über den Polarkreis hinausgeht.

Die Strecke, auf welcher Asien in hohe Breiten geht, ist weitaus größer, als bei Europa, ja ersteres reicht zwischen der Mündung des Jenissei und der Lena bis zum 75. Grade, seine nördliche Küste berührt allenthalben die Wintergränze des Polareises, und selbst die Sommergränze des letzteren entfernt sich von ihr nur an wenigen Stellen und da nur für kurze Zeit. Die durch kein Gebirge gehemmten Nordwinde fegen über offene Ebenen hinweg und treffen im Westen vom Baikalsee bis zum 52. Grade der Breite und westlich vom Bolor bis zum 38.° und 36.° eine mit Schnee bedeckte Eisfläche. Diese Fläche verlängert in gewissem Sinne den Continent nördlich bis zum Pole und nordöstlich bis zu der Region des Maximums der Kälte, die nach Brewster im 78.°, nach Ermann im 87.° östl. Länge sein soll. Während Europa sich gegenüber die heißen Tropenländer Afrika's hat, ist im Süden von Asien nur eine kleine Zahl unbeträchtlicher Inseln unter dem Aequator, der Rest ist eine weitaus weniger erwärmende Wasserfläche, und statt gegliedert zu sein, wie Europa, ist Asien zusammenhängendes, im Westen von dem erwärmenden Ocean abgeschnittenes Festland, das sich im Innern zu bedeutenden Hochebenen erhebt.

Das Resultat dieser Wirkungen ist eine Erniedrigung der Temperatur, ein Südwärtsgehen der Isothermen, dabei aber ein ausgesprochenes Continentalklima, d. i. eine große Differenz in der Wärme der einzelnen Jahreszeiten.

„Nirgends," sagt Humboldt[1], „sah ich so prächtige Trauben, als in Astrachan, an dem Gestade des caspischen Meeres (jährliche Mittelwärme 10°,2) und eben dort, ja noch weiter im Süden, an der Mündung des Terek (in einer Breite, wie die von Avignon und Rimini) sieht man das hunderttheilige Thermometer oft auf 25—30 Grade unter Null fallen. Auch in Astrachan, wo bei Sommern, so heiß, wie die der Provence und der Lombardei, die Vegetation durch künstliche Bewässerung auf einem salzgetränkten Boden unterstützt wird, muß man im Winter die Reben tief in der Erde vergraben. Derselbe Umstand des excessiven Klima's macht auch in Ame-

1) Asie centrale III. 32.

rika, nördlich vom 38. Breitengrade, die Erzeugung trinkbaren Weins so schwierig."

Im Gegensatze hiezu zeigt sich im russischen Amerika wieder eine Abstumpfung der Jahreszeiten. In Roß gedeiht der Oelbaum, obwohl die dortige Jahreswärme kaum höher ist, als die von Paris; aber die Winter sind dort im Mittel um 6 Grade wärmer. Doch ist in derselben Breite ($38\,^1/_2{}^0$) in Südeuropa die Jahreswärme 17^0—18^0, d. h. 6^0 höher, als in Roß. Höchst auffallende Beispiele des Unterschieds von Insel-, Küsten- und Continentalklimaten bilden Nova-Zembla, Jakutzk ($62^0 1'$) und Ustjansk an der Mündung der Yana ($70^0 55'$). An beiden letzteren Orten ist die Temperatur in den kältesten Monaten unter -40^0 C. In dem continentalen Jakutzk fällt in vielen Jahrgängen und für mehrere Tage das Thermometer auf -53^0 und -54^0, ja am 25. Januar 1829 sank es bis -58^0. Alle Jahre gibt es nach Ermann dort 60 Tage, deren Mitteltemperatur unter dem Gefrierpunkte des Queckſilbers (-39^0) ist. Doch ist trotz gleicher Wintertemperatur die mittlere Jahreswärme in dem an der Küste gelegenen Ustjansk ($-16^0{,}6$) um 9^0 unter der von Jakutzk. Im Vergleiche zu diesen Wintern ist der von Nova-Zembla ein milder genannt worden, denn das Queckſilber gefriert dort selten und auf der Westküste vielleicht gar nie. Während dagegen in Ustjansk die Sommerwärme bis $9^0{,}2$ steigt, beträgt sie in Nova-Zembla unter derselben Breite nur $2^0{,}1$—$3^0{,}6$, und hier ist vielleicht nach Winter Harbour und Ingglulik diejenige Gegend, in der die Sommer am kältesten und darum der Entwicklung der Vegetation am wenigsten günstig sind.

Die Abnahme der Jahreswärme gegen Osten hin, die zugleich mit dem Auseinandertreten der Jahreszeiten sich bemerklich macht, zeigen ganz deutlich die von Humboldt[1] angegebenen Data:

	Breite	Höhe	Wärme
Moskau	$55^0 46'$	67^t	$4^0{,}7$
Kasan	$55^0 58'$	6^t	$1^0{,}9$
Slatuſt (im Ural)	$55^0 11'$	164^t	$0^0{,}2$.

Gegen den Aequator zu werden die Unterschiede zwischen den Mittelwärmen verschiedener Längen, folglich auch die Krümmungen der Isothermen allmälig geringer, und letztere dem Aequator mehr parallel. Eine Vergleichung, die Humboldt zwischen der Wärme von Macao, Havanna und Rio-Janeiro, alle 3 in der Nähe der Wendekreise gelegen, anstellt, gibt

1) Asie centrale III. 59 u. ff.

für das asiatische Macao noch ein Minus von 1° bezüglich Rio-Janeiro und 3° bezüglich der (durch die Strömungen des mexicanischen Busens) abnorm erwärmten Havanna; aber doch sind die Unterschiede nicht mehr sehr bedeutend, und eine Zusammenstellung von 10 asiatischen Orten, die innerhalb 0 und 1° liegen, zeigt ein Mittel von 26°,9, während Humboldt die Mittelwärme dieser Zone nicht über 27°,7 schätzt.

Nach Besprechung dieser Eigenthümlichkeiten Asiens wendet sich unser Gelehrter zum Allgemeinen; er betrachtet die Ursachen der Krümmungen der Temperaturcurven, und hierin haben wir vorzugsweise einen Unterschied zwischen der im vorigen Abschnitte angeführten Abhandlung über die Isothermen zu suchen. Dort hat er sich zunächst damit beschäftigt, den wirklichen Stand der Temperaturvertheilung über die Erdoberfläche, die Gestalt der Isothermen zu untersuchen. Seine Arbeit fand außerordentlichen Beifall und allerwärts war man bestrebt, die Unvollkommenheiten der ersten Humboldt'schen Isothermen zu verbessern, d. i. durch möglichst viele an Ort und Stelle gemachte Beobachtungen Material herbeizuschaffen, und dadurch mehr Gewißheit über den Gang der Curven zu erhalten, denn da Humboldt bei dem ersten Entwurfe an genauen Daten sehr beschränkt war, mußte er sich genöthigt sehen, seine Linien mitunter durch weite Strecken fortzusetzen, von denen man noch keine Wärmemessungen hatte. Es war daher nothwendig, an möglichst vielen, über die ganze Erde zerstreuten Punkten zu beobachten, und so aus den Beobachtungen den Gang der Temperaturcurven, den Humboldt nur im Allgemeinen angeben konnte, besser im Detail auszuarbeiten. Nunmehr konnte Humboldt daran gehen, statt der jetzt bekannten Gestalt der Curven, die Ursachen ihrer Krümmungen aufzusuchen. Hiezu hat er schon 1827 in der oben S. 166 angeführten Abhandlung den Anfang gemacht, hat dort die hauptsächlich wirkenden Umstände untersucht und Anwendungen auf die Temperaturverhältnisse von Europa gemacht. In den Fragmens asiatiques, noch mehr ausgeprägt in der Asie centrale III. kommt die weitere Ausarbeitung des dort begonnenen Werkes.

Nimmt man zunächst einen Zustand der Erdoberfläche an, der so geartet ist, daß die Linien gleicher Wärme, seien sie Isothermen, Isotheren oder Isochimenen, alle dem Aequator parallel werden, so bekommt man für ihre einzelnen Punkte Temperaturen, die wenigstens bei dem jetzigen Zustande der Wärme des Erdinnern ganz von der astronomischen Lage und der Stellung der Sonne abhängen; man bekommt das von Mairan sogenannte Solarklima (s. o. S. 145). In der Wirklichkeit findet aber noch eine Menge

von Einflüssen statt, die dieses Solarklima modificiren, und daraus das wirkliche Klima machen. Soll daher dieses letztere a priori bestimmt werden, so wird nothwendig sein, alle diese Einflüsse zu untersuchen, den Werth derselben, oder mit andern Worten, ihr Gewicht, zu bestimmen, und dann gegen einander abzuwägen. Eine strenge Durchführung dieser Arbeit wird allerdings für jetzt, wahrscheinlich auch für die Zukunft, ein frommer Wunsch bleiben; aber es ist jedenfalls zu wünschen, daß man unter gegenwärtigen Umständen thut, was sich thun läßt, und mit dieser Aufgabe sehen wir denn auch Humboldt beschäftigt.

Elemente, welche die Temperatur erhöhen, also die Temperaturcurve dem Pole nähern, sind in der gemäßigten Zone: die Nähe einer Westküste, der Umstand, daß die Gestaltung eines Landes viele Halbinseln und Binnenmeere bietet; die Stellung eines Theils eines Continents sei es gegen ein eisfreies Meer, das sich über den Polarkreis hereinerstreckt, sei es gegen eine beträchtliche Ländermasse, die zwischen denselben Meridianen, aber der Breite nach unter dem Aequator oder unter einem Theile der Tropenzone liegt; das Vorherrschen von Winden, die aus Süd und West an dem westlichen Rande eines Continentes der gemäßigten Zone eintreffen; Bergketten, die als Schirm gegen Winde dienen, welche aus kältern Gegenden kommen; Seltenheit von Sümpfen; Entholzung von dürrem, sandigem Boden; großes Vorherrschen der Heiterkeit des Himmels im Sommer; die Nähe eines Meeresstromes, welcher Wasser herbeiführt, das wärmer ist, als das der umgebenden Meere.

Erkältende Umstände, die also die Isothermen gegen den Aequator biegen, sind: die Erhebung eines Ortes über die Meeresfläche bei Abwesenheit sich weit erstreckender Hochebenen; die Nähe einer Ostküste bei hohen und mittleren Breiten; Mangel an Buchten in den Umrissen eines Landes, das sich gegen den Pol zu (ohne Zwischentreten offenen Meeres) bis zum ewigen Eise erstreckt, oder zwischen seinen Meridianen in der Gegend des Aequators ein Meer und kein Festland besitzt; Bergketten, deren Richtung den Zutritt warmer Winde erschwert; Nähe freistehender Berge, an deren Seiten die Nacht über Winde herabkommen; große Waldungen; Häufigkeit von Sümpfen, da diese bis mitten in den Sommer hinein kleine unterirdische Gletscher bilden; ein im Sommer umzogener Himmel, der die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Erdboden hemmt; ein heiterer Himmel im Winter, weil er die Ausstrahlung der Wärme erleichtert.

Wie man sehr leicht sehen kann, sind die erwärmenden Ursachen fast sämmtlich bei dem Klima von Europa thätig, während in Asien das Gegen-

theil stattfindet, und wir haben daher in letzterem Welttheile eine bedeutende Krümmung der Isothermen gegen den Aequator zu erwarten, was von der Beobachtung in der That bestätigt wird.

In der Besprechung der einzelnen Wirkungen sehen wir Humboldt zunächst mit den Beziehungen zwischen Land und Wasser beschäftigt.

Untersucht man die Wirkung einer größeren Wassermasse, so zeigt sich, daß vermöge der Gleichförmigkeit der Oberfläche und der Regelmäßigkeit der Gestalt derselben auch eine Gleichförmigkeit der Sonnenwirkung angestrebt werden muß, und darum werden auch die Wärmecurven auf weiten Meeren weniger von deren Normalzustande, dem Parallelismus mit dem Aequator abweichen, wenn auch in Folge von (zunächst durch die Gestaltung des Landes verursachten) Strömungen im Meere die vollständige Regelmäßigkeit nicht erreicht wird. Das Wasser ist für die Sonnenstrahlen zum Theil durchdringbar. Fallen Strahlen auf Wasser, so wird ein Theil derselben die Oberfläche erwärmen und sich dabei erschöpfen, während der durch diesen Verlust immer schwächer werdende Rest die Temperatur der tiefer liegenden Schichten erhöht. Vergleicht man damit das Land, so findet sich, daß, weil die Substanzen, aus denen der feste Boden zusammengesetzt ist, die Sonnenstrahlen nicht durchlassen, letztere sich an der Oberfläche sammeln und ihre ganze Wirkung auf derselben concentriren müssen, wodurch eine bedeutendere Erhöhung der Temperatur erzielt wird, aber auch eine um so größere Abkühlung bei Nacht und im Winter, denn es muß, wie man bei jedem Ofen sehen kann, das was schneller warm wird, auch schneller erkalten. Zwischen Wasser und Land ist derselbe Unterschied, wie zwischen 2 Körpern von ungleicher Dicke und es folgt hieraus, daß die Temperaturschwankungen, sowohl tägliche als jährliche, auf dem Lande größer sein müssen, als auf dem Wasser. Hiebei ist abgesehen von der Verschiedenheit des Absorptions- und Strahlungsvermögens der verschiedenen Körper. Ihre Wirkung ist eine Erhöhung der oben erwähnten, wechselt aber auf dem Lande mit den die Oberfläche zusammensetzenden festen Körpern.

Die Einwirkung der Temperaturverhältnisse des Wassers auf die des Landes muß um so größer werden, je größer die Begränzungslinie der beiden im Verhältnisse zu der Masse des Landes ist. Jede Wirkung in der Natur ist am mächtigsten da von wo sie ausgeht, und nimmt ab, wenn die Entfernung wächst. Nahe an dem Feuer ist es, wie allgemein bekannt, wärmer, als weit davon, denn die Wärmewirkung geht vom Feuer aus, und so ist es allenthalben. Wenn nunmehr ein Land so gestaltet ist, daß von keinem Punkte desselben die Entfernung von der Küste sehr groß ist, so muß sich die

Wirkung des Waſſers ſtärker verſpüren laſſen, als in einem compact gebildeten Continente, deſſen Inneres weit ab von jedem Meere liegt. Je zerriſſener alſo ein Land iſt, je mehr es von der Geſtalt eines Kreiſes, derjenigen Figur, die bei ſonſt gleicher Fläche die kleinſte Peripherie hat, abweicht, alſo je größer im Verhältniſſe zu ſeiner Fläche ſeine Küſtenlinie iſt, um ſo mehr wird ſich die Wirkung des Meeres, ſei ſie, welche ſie wolle, im Innern verſpüren laſſen. Unter allen Welttheilen iſt Europa am meiſten durchbrochen. Nach der Beſtimmung Humboldt's[1] hat Europa die Küſtenlänge 3,03, Aſien 2,41, Afrika 1,35, Neuholland 1,44, Südamerika 1,69 und Nordamerika 2,89, während jedes dieſer Gebiete nur die Küſtenlänge 1 hätte, wenn es vollkommen kreisförmig wäre. Daraus folgt, daß die Geſtalt Europas von der des Kreiſes unter allen übrigen Welttheilen am weiteſten abweicht.

Die Einwirkung des Meeres auf das Land muß daher in Europa jedenfalls am größten ſein. Welcher Art iſt aber dieſe Wirkung? Ein kalter Körper neben einen warmen geſtellt, erkältet den letzteren, ein warmer neben einem kalten erwärmt dieſen. Das Meer iſt im Sommer kälter als das Land, im Winter wärmer, es wird daher das Land im Sommer abkühlen, im Winter erwärmen, es wird alſo die extremen Jahreszeiten abſtumpfen, und wir bekommen ſo den Unterſchied zwiſchen Continental- und Küſten- oder Inſelklima. Europa hat vorherrſchend das erſtere, Aſien, wenigſtens das nördliche, vorherrſchend das letztere.

„Eine Inſel, eine Landzunge, ein Küſtenſtrich," ſagt Humboldt[2], „die an eine große Waſſermaſſe gränzen, welche im Winter eine beträchtliche Menge der im Sommer empfangenen Wärme behält, in der die erkalteten Theilchen nach unten ſinken, und deren Oberfläche, ſo lange man nicht über 70°—75° Breite hinausgeht, ſich nicht mit Eis überzieht, folglich auch keine Schneelager bildet, wird bei ſonſt gleichen vorherrſchenden Winden, ja ſogar bei vollkommener Ruhe der Luft, ein viel mehr gemäßigtes Klima, mildere Winter und kühlere Sommer und im Ganzen eine etwas höhere Jahreswärme haben, als das Innere großer Continentalmaſſen. Das Eigenthümliche des Continentalklimas iſt die Analogie mit denjenigen Klimaten, welche Buffon wegen des großen Unterſchiedes der Jahreszeiten exceſſive genannt hat, und dieſe Analogie nimmt zu mit der Breite, ſowie auch in der gemäßigten Zone beider Continente mit der öſtlichen Lage.

---

1) Asie centrale III. 142.

2) Fragmens II. 457. Asie centrale III. 146.

Humboldt nimmt, wie aus Vorstehendem erhellt, an, daß die Mittelwärme eines Küstenortes durch das nahe Meer etwas höher werde, und die Wirkung des Wassers ist ihm zunächst derjenigen analog, welche ein Körper, der sich schwierig erwärmt und schwer erkaltet, auf einen andern ausübt, bei dem beide Vorgänge sehr rasch eintreten; doch dürfte hier die Erhöhung der Wärme des Landes durch das Meer, vorausgesetzt, daß man von allen Strömungen absieht, nur eine sehr geringe sein, denn unter gleicher Breite ist die Wirkung der Sonnenstrahlen auf Wasser und Land der gleichen Einfallswinkel wegen gleich, und es muß die Mittelwärme beider auch gleich sein, denn nur die Schwankungen beider um das Mittel sind verschieden. Sind aber die Mittel gleich, so muß das Land im Sommer durch das Meer um nahezu denselben Werth erkältet werden, um den es im Winter erwärmt wird, auch wenn man die Verschiedenheit des Absorptions- und Emissionsvermögens in Rechnung zieht, und die bloße Nähe reicht daher zur Erklärung der Erscheinung, daß die Meeresküsten wärmer sind als das Binnenland, nicht aus. Humboldt dürfte wohl etwas zu wenig Werth auf die latente Wärme gelegt haben, welche wenigstens nach meinem Dafürhalten hier eine bedeutende Rolle spielt. Wenn nämlich eine große Wasserfläche der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, so wird ein Theil des Wassers verdampfen; um aber aus der tropfbarflüssigen Form des Wassers in die luftförmige des Wasserdampfes übergehen zu können, wird eine große Menge von Wärme erfordert, die, so lange die Luftform bleibt, nicht auf das Gefühl, nicht auf das Thermometer wirkt und darum latent heißt. Verdunstet also im Meere viel Wasser, so wird ersterem eine große Menge von Wärme entzogen, die zur Bildung des Wasserdampfes verwendet wird, und wenn dieser Wasserdampf über das Land geführt als Regen herniederfällt, also die tropfbare Gestalt wieder annimmt, so wird die latente Wärme frei, dient also zur Erhöhung der Landwärme auf Kosten der des Wassers, und die Wasserdämpfe sind daher in gewissem Sinne die Verpackung, in welcher das Land Wärme erhält. Das Wasser wird in tropfbarflüssiger Gestalt in den Flüssen wieder dem Meere zugeführt, aber die Wärme ist geblieben oder hat eine andere Verwendung gefunden. Darum muß die mittlere Wärme des Landes größer sein, als die des Meeres und diejenige Halbkugel der Erde, auf welcher mehr Land ist, die nördliche, wird wärmer sein, als die wasserreiche Südhälfte, wie dieses auch von der Erfahrung bestätigt wird. In der Nähe des Meeres ist größerer Niederschlag tropfbarflüssigen Wassers zu erwarten, als im Binnenlande, das Meer wirkt in der Nähe stärker als in der Ferne, also ist dort eine höhere Temperatur. Wo viele Niederschläge sind, da muß es

auch viele Wolken geben. Diese verhindern aber im Sommer das Eindringen der Sonnenstrahlen, im Winter dagegen und in der Nacht zu großes Ausstrahlen von Wärme, die von der Erde weg in den Weltraum geht, und in Asien ist der Winter aus demselben Grunde kälter, als bei uns die hellen, heiteren Nächte eine niedrigere Temperatur bringen, als die trüben.

Während eisfreies Meer zur Erhöhung der Wärme des Landes beiträgt, übt mit Eis bedecktes im Sommer den entgegengesetzten Einfluß aus, denn um das Eis in Wasser umzuwandeln ist wieder Wärme erforderlich, die ohne die fühlbare Temperatur zu erhöhen auf so lange verschwindet, als das Wasser nicht wieder fest wird. Werden Eisberge an eine Küste geführt, so werden sie, indem sie schmelzen, letzterer eine große Menge von Wärme entziehen. Geht der Wasserdunst der Luft im Winter in Schnee über, so wird zweimal latente Wärme frei, das einemal diejenige, welche gebunden wurde, als das Wasser aus dem Dunste, und das anderemal diejenige, die gebunden wurde, als das Eis aus dem Wasser sich bildete, und die Winter wären daher ohne Schneefall viel kälter; aber im Frühjahr muß, wenn der Schnee weggeschmolzen werden soll, viel Wärme dazu verwendet werden, denn erst das Schneewasser, nicht der Schnee läuft ab, und nur diejenige Wärme bleibt als Reingewinn, welche das ablaufende Flußwasser weniger hat als der herbeigekommene Dampf. Im Schnee macht der Winter Schulden, welche das Frühjahr bezahlen muß.

Vergleicht man die Mittelwärme verschieden weit vom Ocean entfernter, aber unter gleicher Breite gelegener Orte, so ergibt sich:[1]

Amsterdam	52° 22′ Br.	11°, 9
Warschau	52° 14′ „	8°, 2
Kopenhagen	55° 41′ „	7°, 6
Kasan	55° 48′ „	3°, 1

Correspondirende Orte, welche das Auseinandertreten der extremen Jahreszeiten zeigen, sind:

Pesth	47° 29′ Br.	10°, 6 m. W.	(— 0°, 6 und + 21°, 4)
Nantes	47° 13′ „	12°, 6 „ „	(4°, 7 und 18°, 8)
Wien	48° 12′ „	10°, 3 „ „	(0°, 4 und 20°, 7)
St. Malo	48° 39′ „	12°, 1 „ „	(5°, 7 und 18°, 9)
Kasan	55° 48′ „	3°, 1 „ „	(— 16°, 6 und 18°, 8)
Edinburg	55° 57′ „	8°, 8 „ „	(3°, 7 und 14°, 6)

1) Fragmens II. 462.

Durch Vergleichung einer großen Anzahl von innerhalb der Tropen angestellten Temperaturbeobachtungen fand Humboldt, daß die dortige mittlere Luftwärme im Binnenlande um 2°, 2 höher sei, als über dem Meere (und der oben ausgesprochenen auf Anwendung der Lehre von der latenten Wärme beruhenden Theorie zufolge muß dieses auch stattfinden). Wird nun die über dem tropischen Lande erwärmte Luft in höhere Breiten geführt, so muß sie dort auch stärker wirken. Das Land ist aber wie auf der Erde allenthalben so auch in den Tropen ungleich vertheilt, denn setzt man die ganze Fläche zwischen den Tropen, die nicht vom Meere eingenommen wird, gleich 1000, so fallen davon 461 Theile auf Afrika, 301 auf Amerika, 124 auf Neuholland und den indischen Archipel und 114 auf Asien. Auf Amerika und Afrika kommen mithin zusammen 762 Theile, die zwischen 132¾ Graden der Länge eingeschlossen sind, während auf den Rest von 227¼ Graden nur 238 Theile treffen. Darum muß die gemäßigte Zone, da sie durch die Winde, unter denen wieder die Südwestwinde die Hauptrolle spielen, Luft aus den Tropen bekommt und dadurch erwärmt wird, wo und soweit sie unter dem Einflusse des Maximums des tropischen Festlandes steht, wärmer sein, als an den übrigen Theilen, und die vorzugsweise begünstigte Parthie ist der Westen des alten Continents.

Sehr große Aufmerksamkeit schenkte Humboldt den Einwirkungen der Bodenbeschaffenheit auf die Temperaturverhältnisse. Bekanntlich geht die Wärme von einem Körper auf einen anderen mit ihm in Berührung stehenden oder von einem Körpertheile auf einen andern durch sogenannte Leitung über, indem auf der einen Seite die Temperatur steigt, während sie auf der andern abnimmt, und dieser Vorgang dauert so lange, als noch ein Wärmeunterschied vorhanden ist. Dieser Austausch von Wärme findet Schritt für Schritt in der Weise statt, daß alle dem wärmern Körper, den wir als Quelle der Wärme nehmen wollen, näheren Theile immer wärmer sind, als die entfernteren. Neben dieser Leitung der Wärme gibt es noch die Mittheilung derselben durch Strahlung, die darin besteht, daß von der Wärmequelle nach allen Richtungen hin und im Allgemeinen geradlinig etwas ausgeht, was die in dem Wege befindlichen Gegenstände je nach der Temperatur der Quelle mehr oder weniger erwärmt. Die wenigstens für die Erde intensivste Wärmequelle ist die Sonne, von deren Strahlen die Temperatur der Erdoberfläche abhängt. Von diesen Sonnenstrahlen war im Vorhergehenden als von einem allgemein bekannten Gegenstande wiederholt die Rede; es möge mir jedoch gestattet sein, hier in Kürze einige Sätze über die Wärmestrahlung überhaupt und namentlich über das verschiedene Verhält-

niß der Körper hiezu anzuführen. Alle Körper strahlen beständig nach allen Richtungen hin Wärme aus; sie bekommen aber auch wegen dieser Allgemeinheit dieses Phänomens fort und fort von allen Seiten her wieder Wärme und da die Menge der ausgesandten Strahlen, also die Ausgabe, mit wachsender Erkaltung abnimmt, muß jedesmal, so lange die Verhältnisse sich gleich bleiben, ein Gleichgewichtszustand zum Vorschein kommen, in dem Einnahme und Ausgabe sich gegenseitig aufheben. Solange der Körper mehr ausgibt als einnimmt, so lange erkaltet er; aber indem er erkaltet, wird die Ausgabe geringer und mit ihr auch der Verlust; es muß endlich dazu kommen, daß beide, Einnahme und Ausgabe, sich das Gleichgewicht halten. Dasselbe findet statt, wenn ein Körper sich durch Mehreinnahme erwärmt, denn in Folge der durch die Mehreinnahme erhöhten Temperatur wird die Ausgabe größer und größer. Das Verhalten der Körper gegen die von außen kommenden Strahlen ist ein sehr verschiedenes. Wie es Körper gibt, welche den Lichtstrahlen den Durchgang gestatten (durchsichtig sind), so gibt es auch Stoffe, welche den Wärmestrahlen gegenüber dasselbe Verhalten beobachten (diatherman sind). Beide Klassen fallen im Allgemeinen mit einander zusammen. Unter allen irdischen Stoffen am meisten diatherman sind die Luftarten und darum wird es möglich, daß die Wärmestrahlen ohne vollständig in der Atmosphäre absorbirt zu werden, noch auf deren Boden gelangen können. Da nun die Atmosphäre nur den kleineren Theil der Sonnenstrahlen für sich behält, muß ihre Erwärmung offenbar geringer ausfallen, als wenn sie alle behielte; dieser durchgehende Rest aber kann auf Gegenstände fallen, welche weniger uneigennützig das, was sie bekommen, zur Erhöhung der eigenen Wärme benützen. Auf diese Weise kann es kommen, daß die Temperatur von auf dem Grunde des Luftmeeres liegenden Gegenständen höher ist, als die der Luft, obwohl letztere zwischen ihnen und der Sonne, der Wärmequelle, ist. Dieser Umstand ist ein charakteristischer Unterschied zwischen der Wärmestrahlung und Wärmeleitung, denn bei letzterer ist, wie bereits erwähnt, jedesmal der der Wärmequelle nähere Gegenstand auch der wärmere. Die auf einen athermanen, d. i. einen für die Wärmestrahlen undurchdringbaren Körper fallenden Strahlen werden von diesem nicht sämmtlich absorbirt und zur Temperaturerhöhung benützt, sondern zum Theil reflectirt, und gehen zu andern irdischen Gegenständen oder durch die Atmosphäre zurück in den Weltraum. Der absorbirte Theil, also das was nach der Reflexion noch bleibt, ist wieder für die verschiedenen Körper verschieden: schwarze oder dunkle Gegenstände absorbiren mehr als hellfarbige, rauhe mehr als glatte. Ein schwarzer, rauher Gegenstand, der neben einem hellen, glatten in ganz

gleicher Weise der Sonne ausgesetzt ist, wird daher stärker erwärmt werden, als letzterer; ja bei einem und demselben Körper findet ungleiche Erwärmung statt, wenn man durch partielles Anstreichen, Rauhmachen oder Glätten die Oberfläche ändert. Dieselben Gegenstände, welche die Wärmestrahlen leicht aufnehmen, strahlen die Wärme unter sonst gleichen Umständen auch leichter wieder aus: in der Nacht und im Winter geben sie mehr Wärme ab, und wie die Ausgabe der Einnahme entgegengesetzt ist, wird auch im Gegensatze zu der oben erwähnten Erscheinung ein an der Erdoberfläche gelegener guter Ausstrahler um mehrere Grade kälter werden können, als die Luftschichten über ihm. Der Verlust, den die Erde durch Wärmestrahlung gegen den Weltenraum erleidet, ist bei klarem Himmel stärker als bei bewölktem, denn im letzteren Falle senden die Wolken den größten Theil der Strahlen zurück.

Unsere Erdoberfläche ist aus den manchfaltigsten Stoffen zusammengesetzt; bald ist der Boden mit Wald bedeckt, bald findet man auf weiten Strecken nichts als kahlen Sand oder niedrige Kräuter. All diese Verschiedenheiten üben wieder ihre Einflüsse aus, und darum wird, abgesehen von den bereits erwähnten Wirkungen, die Temperatur bald erhöht, bald erniedrigt. Humboldt hat dieselben wenigstens für die größere Flächen bedeckenden Substanzen untersucht, und ist dabei auf die bereits oben angeführten Resultate gekommen.

Ueber die Einwirkung der Höhen sagt er:[1] „Das Relief oder die polyedrische Gestalt der Erdoberfläche wirkt (unter bloßer Berücksichtigung der Gestaltung und mit Ausschluß der Wirkung von Farbe, Vegetation u. s. w.) auf das Klima durch die größere oder geringere Erhebung über die Normalebene des Oceans, durch die Neigung der Abhänge und die verschiedene Stellung gegen die Sonnenstrahlen, durch die Schatten, welche einzelne Theile in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten auf andere werfen, durch Ungleichheit der nächtlichen Strahlung, je nachdem der Boden sich gegenüber einen mehr oder weniger klaren und von Nebeln und Wolken entblößten Himmel hat. Vermöge der Wärmestrahlung dunkler Gegenstände von großer Oberfläche, die in die Atmosphäre hineinragen, erwärmen die Berge die ihnen nahen Luftschichten und dieses verursacht Strömungen, die häufig von den erkältenden Wirkungen großer Wolkenschatten unterbrochen werden. Die Hochebenen wirken wegen der Gleichförmigkeit ihrer Oberfläche und ihrer Ausdehnung wie Zwischenstufen. Directe Beobachtungen haben

1) Fragmens II. 527.

mich gelehrt, daß unter den Tropen in der Andescordillere Hochebenen von 25 Quadratmeilen die Mittelwärme der Luft um $1^0,5$—$2^0,3$ über diejenige erheben, welche man bei gleicher Höhe an steilen Bergabhängen findet. Würde sich das Meeresniveau durch eine außergewöhnliche Erdumwälzung beträchtlich erniedrigen, so würden die gegenwärtigen Ebenen und Plateaux an Wärme abnehmen."

Nach diesem geht Humboldt[1] auf ein Thema über, das wir bereits im vorigen Abschnitte S. 160 u. S. 165 kennen gelernt haben und das eine Art von Lieblingsgegenstand gewesen zu sein scheint, auf die Höhe der Schneegränze. Nachdem er angeführt, daß Bouguer in seiner Figure de la terre die Schneelinie als mit derjenigen Höhe zusammenfallend betrachtet hatte, in welcher die mittlere Wärme 0^0 sei, führt er die oben S. 160 angedeutete Theorie weiter aus, und findet, daß die Höhe der Sommergränze des Schnee's, also diejenige, die man gewöhnlich als die wirkliche Schneegränze betrachtet, das Resultat der entgegengesetzten Wirkungen des Sommers und des Winters sei. Die Anzahl von Toisen, um welche der Schnee im Sommer zurückgedrängt wird, hängt weder von der Wärme des Sommers allein, noch von der des wärmsten Monats, sondern von einer ganzen Menge von Umständen ab. Unter diesen spielen die Hauptrolle die Menge und der Zusammenhang des im Winter gefallenen Schnees, die Gestalt, Nacktheit und Entfernung naher Hochebenen, die Gestaltung der Gipfel, Richtung der Winde, mehr oder minder continentale Lage des Ortes, die Menge in der Nähe befindlicher Schneelager und endlich heiterer oder trüber Himmel.

Bei dieser großen Menge von Wirkungen kann es sehr leicht kommen, daß der Ort, an dem die Schneegränze am höchsten steigt, nicht unter dem Aequator selbst liegt, und daß überhaupt die Regel, wonach die Schneegränze mit zunehmender Breite niedriger wird, nicht ohne Ausnahmen ist. Hierauf kam Humboldt bereits 1816, als die Messungen von Webb aus dem Himalaya bekannt wurden, und er hat schon in den im 2. Abschnitte angeführten Abhandlungen auf die Einwirkung des Hochlandes von Tübet hingewiesen. Im Jahre 1826 hat Pentland auch in Bolivia die Schneegränze höher gefunden, als Humboldt unter dem Aequator. Im 3. Bande der Asie centrale S. 360 findet sich eine Tabelle verschiedener Schneegränzen mit Angabe der jeweilig an der Meeresküste stattfindenden Jahres- und Sommerwärmen, der nachstehende Angaben entnommen sind.

Nördl. Norwegen, Küste ($71\,^1/_4{}^0$ n.) $370'$.

---

1) Fragmens II. 533. Asie centrale III. 239.

Inneres Norwegen (70°—70¼° n.) 550'; (67°—67½° n.) 650'.
Island, Oſterjökul (65° n.) 480'.
Inneres Norwegen (60°—62° n.) 800'.
Aldankette in Sibirien (60° 55' n.) 700'.
Nördl. Ural (zweifelhaft) (59° 40' n.) 750'.
Kamtſchatka, Vulcan von Schevelutſch (56° 40' n.) 820'.
Unalaſchka (53° 44' n.) 550'.
Altai (49¼°—51° n.) 1100'.
Alpen (45¾°—46° n.) 1390'.
Kaukaſus, Elbruz (43° 21' n.) 1730'.
= Kasbek (42° 42' n.) 1660'.
Pyrenäen (42½°—43° n.) 1400'.
Ararat (39° 42' n.) 2216'. (?)
Argäus in Kleinaſien (38° 33' n.) 1674'.
Bolor (37½° n.) 2660'.
Aetna (37½° n.) 1490'.
Sierra Nevada de Grenada in Spanien (37° 10' n.) 1750'. (?)
Hindu-Kho (34½° n.) 2030'.
Himalaya, Nordabhang (30¾°—31° n.) 2600'; Südabhang 2030'.
Mexico (19°—19¼° n.) 2310'.
Abyſſinien (13° 10' n.) 2200'.
Sierra Nevada de Merida in Südamerika (8° 5' n.) 2335'.
Vulcan von Tolima in Südamerika (4° 46' n.) 2397'.
Vulcan von Puracé in Südamerika (2° 18' n.) 2405'.
Aequator bei Quito 2475'.
Andes von Quito (0°—1½° ſ.) 2470'.
Chili (14½°—18° ſ.) öſtl. Cordillere 2490'; weſtl. 2897'.
Chili, Portillo und Vulcan von Peuquenes (33° ſ.) 2300'.
Chili, Küſte (41°—44° ſ.) 940'.
Magellansſtraße (53°—54° ſ.) 580'.

Auf dieſe Tabelle verweiſend ſagt Humboldt[1]: „Die Tafel zeigt die verſchiedenen direct gemeſſenen Punkte, durch welche die Curve des ewigen Schnees ſich hinzieht. Dieſe Punkte ſind vom 71° n. bis zum 54° ſ. Breite über die Erdoberfläche zerſtreut. Die Zahlenelemente, welche den einfachen Beziehungen der Breite zu widerſprechen ſcheinen, thun dieſes keineswegs in Beziehung auf die zuſammengeſetzten Normen der Iſothereu, des Grades

1) Asie centrale III. 314.

der Trockenheit und Durchsichtigkeit der Luft, der Ausstrahlung naher Hochebenen, der Anhäufung der Berge, ihrer Masse und der Neigung ihrer Abhänge. Wir sehen, daß die Schneelinie in der Neuen Welt sich sehr langsam gegen das Nordende der Tropenzone (Mexico) senkt und an der Südgränze unter dem trockenen Klima von Chili und Bolivia sich sogar erhebt."

„Die mächtige Kette des Himalaya hat in der Mitte zwischen beiden Abhängen unter 30° n. Br. eine Höhe der Schneelinie, die nur wenig hinter derjenigen zurücksteht, welche man in Mexico unter 19° der Breite beobachtet. Der Argäus in Kleinasien, im Norden der Tauruskette, hat unter gleicher Breite wie der Bolor eine 1000 Toisen niedrigere Schneegränze! Der Kaukasus und die Pyrenäen liegen in nahe derselben Breite, aber die bedeutende Sommerhitze in Asien treibt den Schnee um nahe 300 Toisen höher hinauf. Die immerwährenden Nebel am Südende von Amerika drücken den Schnee eben soweit herab, als in der Nordhalbkugel (in Norwegen) eine 15° höhere Breite. Das Innere der scandinavischen Halbinsel und deren Küste, die nördlichen tübetanischen und die südlichen indischen Abhänge des Himalaya, die Ost- und die Westcordillere von Bolivia und Chili zeigen unter fast ganz gleichen Breiten die auffallendsten Unterschiede in der Höhe der Schneelinie. Die Kunde, die wir uns von der Physik der Erde so wie auch von der Einwirkung erworben, welche die Uebereinanderlagerung von so vielen Ursachen auf die Vertheilung der Wärme und Dünste in den höheren Regionen der Atmosphäre ausüben, setzt uns in den Stand, zum großen Theile das zu erklären, was die auf- und absteigende Reihe der numerischen Elemente in der Tafel von Schneegränzen als eine scheinbare Ausnahme zeigt. In den Augen des Physikers gibt es nichts Zufälliges als das, was für jetzt noch sich der Vergleichung mit wohlbekannten Thatsachen zu entziehen weiß."

Die Wirkung von Luft und Wasser ist auf ein Verwischen der Temperaturunterschiede gerichtet. Die kälteren Länder werden durch die Strömungen beider Flüssigkeiten erwärmt, die wärmeren dafür mehr abgekühlt, denn sowohl Luft als Wasser in eine andere Gegend geführt bringen die Temperatur ihrer Heimath mit und indem sie sich im neuen Lande erwärmen oder abkühlen, müssen sie letzterem Wärme entweder entziehen oder bringen.

Im vorigen Abschnitte glaube ich gezeigt zu haben, daß Humboldt seine nächste Aufmerksamkeit dem Auffinden der Art und Weise, wie die Wärme über die Erdoberfläche vertheilt sei, sowie dem Verfahren, wie dieselbe gefunden und in der zweckmäßigsten Weise dargestellt werden könne, zu-

gewandt habe. Nachdem dieses geschehen, wandte er sich der neuen Aufgabe zu, die Ursachen dieser Erscheinungen zu erforschen. Den größten Theil seiner damaligen Arbeit bilden die Temperaturverhältnisse von Europa. Im gegenwärtigen Abschnitte sehen wir dieses Aufsuchen der Ursachen der Wärmeverschiedenheiten in den Vordergrund gerückt, und theils durch Anwendung der früher festgestellten Principien, theils durch Einführung neuer sehen wir das, was wir früher in seinen Grundzügen kennen gelernt haben, nunmehr zu dem stattlichen Gebäude einer vergleichenden Klimatologie erwachsen. Dieser Fortschritt wurde dadurch möglich, daß seit dem Erscheinen der Abhandlung über die Isothermen die Beobachtungen sich bedeutend vervielfältigt haben, wozu gerade die genannte Schrift darum wesentlich beitrug, weil sie die Mittel und Wege angegeben hat, wie dem Gange der Wärme im Verlaufe von Tag und Jahr, sowie dem Auffinden des Mittels am besten auf die Spur zu kommen sei.

Weil die Wärme eines gegebenen Ortes der Manchfaltigkeit der Ursachen wegen sich nicht a priori bestimmen läßt, und man darum genöthigt ist, diese Ursachen erst aus den Beobachtungen herzuleiten, so muß fortgesetzte Beobachtung für die Erweiterung unserer Kenntnisse von großer Bedeutung sein, und Humboldt hat sie darum auch neben seinen andern Arbeiten nicht vergessen. In seiner Abhandlung von 1817 finden wir eine Tabelle von 57 Orten, deren Temperaturverhältnisse nach Jahr, Jahreszeiten, kältestem und wärmstem Monat, nebst Angabe von Breite, Länge und Meereshöhe verzeichnet sind. Humboldt hat sie in 6 Gruppen gesondert, indem er alle diejenigen vereinigte, welche sich in den Zonen einer jährlichen Mittelwärme von 0^0—5^0, 5^0—10^0 u. s. w. und endlich über 25^0 befinden. In der Asie centrale finden wir 4 von Mahlmann zusammengestellte Tabellen mit den Beobachtungen von 311 Orten, und in den Humboldt'schen Tafeln, die sich bei den Kleineren Schriften (1853) befinden, ist die Zahl bereits auf 506 angewachsen. Es ist leicht einzusehen, daß mit diesen Daten sich die Wärmecurven besser construiren lassen als mit den ursprünglichen 57.

Wird an einem und demselben Orte längere Zeit hindurch beobachtet, so gleichen sich die abnormen Mittelwärmen einzelner Jahre nach und nach aus, und man bekommt darum auch die Mittelwärme eines Ortes, d. i. den Durchschnitt mehrerer Jahre, genauer. Auch in dieser Beziehung bieten die neueren Tabellen einen Fortschritt gegen die früheren, und hieraus erklären sich die Abweichungen in den Mitteltemperaturen einzelner Orte. So hat Kasan, oben S. 346, nach der Redaction von 1831 $3^0,1$, S. 340 nach der Redaction von 1843 $1^0,9$, nach der Redaction von 1853 $2^0,1$ Jahres-

wärme. Auch die Differenzen zwischen den Tabellen auf S. 165 und S. 351 beruhen auf später gemachten genaueren Bestimmungen.

Geographie.

Dasjenige Land, dessen räumliche Verhältnisse Humboldt in unserm 3. Abschnitte zunächst zum Gegenstande seiner Forschungen machte, war, wie sich von selbst versteht, Innerasien.

Obwohl seit der grauen Vorzeit die Bewohner dieser Länder mit denen Europas in eine und zwar für letztere bisweilen durchaus nicht erwünschte Berührung gekommen sind, obwohl man seit geraumer Zeit einige allgemeine Vorstellungen über die dortigen Länder hat, so ist man doch noch weit entfernt, das innere Asien so genau zu kennen, als man sich über das Relief des doch erst seit noch nicht 4 Jahrhunderten entdeckten Amerika Rechenschaft geben kann. Der Umstände, welche dieses veranlaßt haben, sind gar mancherlei; sie liegen theils in der Natur des Landes, theils in der seiner Bewohner. Wenn an und für sich jedes Land, das eine große Continentalmasse hat, weniger leicht durchforscht werden kann, als eines, dessen zerrissene Küsten den Schiffen fremder Nationen manchfache Annäherungspunkte gestatten, von denen der Landweg in's Innere nicht mehr so bedeutend ist, so wird diese Schwierigkeit noch erhöht, wenn die hydrographischen Verhältnisse so gestaltet sind, daß man auf den Flüssen vom Meere in's Binnenland aufwärts dringend einen großen Theil des Landes nicht erreichen kann. So ist dieses bei Asien. Da die in den Ocean mündenden Flüsse Amerikas rückwärts durch fast das ganze Land verfolgt und die Gränzen der Flußgebiete wegen ihrer geringen Höhe an vielen Punkten leicht überschritten werden können, ist auch das ganze Land zugänglicher geworden. Vier Ströme sind es vorzugsweise, welche das Eindringen in's Binnenland von Südamerika erleichtern: der Magdalenenstrom, der Orinoco, der Amazonenstrom und der La Plata; in Nordamerika finden wir den Mississippi und den St. Lorenz mit seinen Seen. Bei den meisten kann man, ohne merklich zu steigen, von dem einen in's Gebiet des andern gelangen, und alle Expeditionen gehen von der Küste auf diesen Strömen landeinwärts. Auf der Westküste Amerikas gibt es keinen größeren Strom; aber von Osten aufsteigend gelangt man nahe an das westliche Gestade, ehe die Andes ein Hinderniß in den Weg legen. Im Allgemeinen sind Gebirge der Erforschung hinderlicher, da in ihnen die Wasser-

straßen fehlen; aber gerade die Hauptkette Amerikas ist so schmal und so nahe an der Westküste, daß dadurch Entdeckungsreisen jedenfalls möglichst erleichtert werden. Rostförmige, d. i. vielgliedrige breite Gebirge leisten viel mehr Widerstand, und darum ist auch das Parimegebirge in Südamerika am längsten unerforscht geblieben, ist es zum Theil jetzt noch. Ein weiteres Hinderniß der Erforschung eines Landes ist eine Lage unter hohen Breiten, wo die Küsten durch das Eis unzugänglich werden. Aus diesem Grunde ist auch das nördliche Nordamerika noch nicht genau durchforscht, obwohl die, soviel man bisher kennen gelernt hat, vielfach gekrümmte Küstenlinie in niedrigerer Breite ungemein vortheilhaft wäre. Neben diesen natürlichen Hindernissen bereiten die etwaigen Feindseligkeiten der Einwohner noch künstliche!

Doch gehen wir jetzt auf Asien über. Beschränken wir uns zunächst auf den innern Theil desselben, so zeigt sich, daß demselben der Vortheil der Flußverbindungen abgeht, den Amerika besitzt. Centralasien ist mit den Küsten nur zum geringsten Theile durch Flüsse verbunden; fast durchgängig münden die Flüsse in Binnenseen, die, wie der größte derselben, das caspische Meer, auf ihrer Oberfläche soviel Wasser verdampfen, als die Zuflüsse bringen, und so entsteht eine große Anzahl von untereinander ganz unabhängigen Wassersystemen. Man kann zu Schiffe von keinem in das andere gelangen; fast ganz Centralasien ist dadurch abgesperrt, ein Gebiet sowohl vom andern als auch vom Ocean getrennt, und diejenigen Bezirke, zu denen man zu Schiffe gelangen könnte, wie z. B. das Gebiet des gelben Flusses, sind durch die Mißgunst der Herren des Landes, der Chinesen, verschlossen. Außerdem tragen die Zahl der Gebirgsketten, Wüsten und Steppen ihren Theil dazu bei, die Länder noch unzugänglicher zu machen.

Die günstigste Zeit, Centralasien zu bereisen, war die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts, als während der Mongolenherrschaft alle jene Gegenden vom östlichen Europa bis an das chinesische Meer unter einem und demselben Herrscher vereinigt waren. Damals war es, als der Venetianer Marco Polo und christliche Mönche wie Plano Carpini, Simon von Saint-Quentin, Rubruquis, Bartholomäus von Cremona und Ascelin, halb Missionäre, halb Diplomaten, sich in die entferntesten Gegenden von Asien wagten. „Der verderbliche Einfall der Mongolen," sagt Humboldt[1], „welche das östliche Europa überschwemmten und durch Polen bis über die Oder vordrangen, wo endlich die Schlacht bei Wahlstatt (am 9. April 1241) ihre Kräfte schwächte und dadurch weitern Unternehmungen eine

1) Examen critique etc. Deutsche Uebers. I. 80.

Gränze setzte, veranlaßte diese außerordentlichen Wanderungen, auf denen die mönchische Diplomatik sich hinter dem Schleier der Frömmigkeit und der Bekehrungssucht verbarg. In jenem denkwürdigen Zeitraume, welcher zwischen dem Tode des Dschingis und Kublarchan verfloß, bewahrte das große mongolische Reich, welches soeben unter die Nachkommen des Begründers getheilt worden war, durch die Suprematie der Dynastie der Yuan, welche am äußersten Ende der bekannten Welt ihren Herrschersitz hatte, noch eine gewisse Einheit und Art von innerem Zusammenhang."

„In dieselbe Zeit fallen auch die Reisen des Venetianers Marco Polo und seiner Brüder in's Innere von Asien."

Im vorigen Jahrhundert besuchte Pallas einen Theil von Innerasien, doch ohne, wie Humboldt zeigte, über die Vertheilung der dortigen Berge klare Ansichten zu erlangen, da er alle dortigen Gebirge von einem Mittelpunkte, dem Bogdo-Ola, strahlenförmig ausgehen ließ, was sich nicht bestätigt hat.[1] Pallas vertrat hier die Ansicht, welche zuerst Buache bekannt gemacht hat, und von der bereits oben S. 269 die Rede war.

Hippokrates hatte (de aëre et aquis) von den Ebenen Scythiens gesagt, daß sie ohne von Bergen gekrönt zu sein, sich verlängern und bis in die Constellation des Bären erheben. Daraus und aus nicht genug sorgfältigem Studium der Schriften Marco Polo's hat sich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Ansicht gebildet, daß ganz Innerasien eine ununterbrochene ungeheure Hochebene sei, eine Ansicht, die noch dadurch begünstigt wurde, daß man seit alter Zeit den Stammsitz der Menschheit in das innere Asien verlegte. Dort muß, so schloß man, das Wasser zuerst abgelaufen sein, und darum muß es dort höher liegende Gegenden geben, als anderwärts. Diese Theorie ist eine Consequenz der damals fast allgemein herrschenden neptunistischen Lehre von den Ueberschwemmungen und dem festen Krystallisationskern der Erde, durch welchen letztere ein für allemal ihre Gestalt bekam, während nach der schon S. 19 erwähnten Hutton'schen Theorie, die aber erst am Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt wurde, das Innere der Erde feuerflüssig ist und in der einen Zeit da eine Erhebung der Erdoberfläche sich befinden kann, das anderemal dort.

Der Erste, dem diese allgemeine Erhebung im Innern Asiens verdächtig wurde, war Humboldt, der schon in den Jahren 1816 und 1820[2]

1) Humboldt, Asie centrale, Introduction XXII.

2) Mémoire sur les montagnes de l'Inde. Ann. de ch. et de phys. III und XIV.

seine Bedenken äußerte. Wie bereits erwähnt, nimmt die Wärme bei zunehmender Höhe ab, und die Pflanzen bedürfen zu ihrem Gedeihen einer gewissen Menge von Wärme. Da es nun bekannt war, daß im Innern von Asien an manchen Orten die Rebe, Baumwollenstaude sowie auch der Granatbaum gepflegt werde, fand Humboldt bei der Vergleichung, daß jene Gewächse in den großen ihrem Standorte zugewiesenen Höhen unmöglich die ihnen nöthige Wärme bekommen könnten, und sein Schluß, daß jene Höhen nicht so groß sein können, als man glaubte, fand auch in der Folge seine vollkommene Bestätigung. Es gibt Hochländer in Asien, aber nicht ganz Centralasien ist ein Hochland.

Seit jener Zeit verfolgte Humboldt mit Aufmerksamkeit jeden Fortschritt in der Kunde Innerasiens. Die bedeutendsten Verdienste erwarb sich hiebei Klaproth, der nicht nur selbst in Asien Reisen machte, sondern auch bei seiner Kenntniß der chinesischen Sprache und Literatur die Schätze derselben zugänglich machte, Schätze die um so bedeutender sind, als die Chinesen besondere Freunde von Geographie und Statistik, wenigstens ihres Landes, sind. Die Vortheile, die aus der Kenntniß der übrigens noch nicht gehörig bekannten chinesischen Forschungen erwuchsen, erachtete Humboldt für fast größer als die der Entdeckungen der neueren europäischen Reisenden, da die Strecke, über welche die Forschungen der letzteren sich ausdehnen, weitaus kleiner ist.

Humboldt hat nach seiner asiatischen Reise die Geographie Asiens wiederholt bearbeitet. Wir finden seine Resultate in der Abhandlung über die Bergketten und Vulcane von Innerasien in Pogg. Ann., in den Fragmens de géologie etc., in der Asie centrale und endlich im Auszuge in den Ansichten der Natur (3. Aufl. I. 92); den ersten drei Schriften sind auch Karten beigegeben. In den Fragmens wie auch in der Asie centrale befindet sich eine große Anzahl von Noten Klaproth's, woraus hervorgeht, daß die beiden Gelehrten in lebhaftem Verkehr gestanden sind. Doch starb Klaproth 1835, erlebte also die Asie centrale und die neue Auflage der Ansichten der Natur nicht mehr.

Es gibt im Innern von Asien vier Gebirgssysteme, welche nahezu wie die Parallelkreise von Ost nach West laufen; sie sind der Altai oder Goldberg (50°—52½° Br.), der Thian-schan oder das Himmelsgebirge (40⅔°—43° Br.), der Kuen-lün (35½°—36° Br.) und der Himalaya, der jedoch nur östlich vom 80. Grade der Länge (von Paris) dem Aequator parallel ist, westlich davon aber von Südost nach Nordwest gehend sich mit dem vorhergehenden Gebirgsstocke verbindet. Am wenigsten weit nach Westen geht der

Altai, der lange ehe er den Ural schneiden würde, der aralocaspischen Niederung weicht, die, wie Humboldt aus dem nördlich sich fortziehenden Seensystem schließt, in der vorhistorischen Zeit eine Verbindung zwischen dem caspischen Meere und dem nördlichen Ocean herstellte. Die zweite Kette, das Himmelsgebirge, hört auf der Karte der Asie centrale im 65. Grade der Länge auf, reicht also ebenfalls nicht bis zum caspischen Meere; doch ist Humboldt nicht abgeneigt, den Kaukasus als eine Fortsetzung der Spalte zu betrachten, aus der der Thian-schan aufgestiegen ist. Unter allen vier Ketten ist diese die einzige, in welcher noch gar kein Gipfel gemessen wurde; als ihr höchster Berg gilt der Bogdo-Oola. In dieser Kette befinden sich thätige Vulcane, dadurch merkwürdig, daß sie weit vom Meere mitten im Innern eines großen Continents liegen. Der Kuen-lün, nach seiner Verbindung mit dem Himalaya in seiner westlichen Fortsetzung Hindu-kho genannt, ist, wenn man seine westliche Verlängerung, den persischen Elbruz und den Demavend hinzurechnet, nach der amerikanischen Cordillere das längste Gebirge der Erde. Weiter im Westen ginge seine Verlängerung quer durch das mittelländische Meer. Auch dieses Gebirge hat Vulcane theils im Osten und dann weit vom Meere entfernt, wie sich aus chinesischen Berichten ergibt, theils im Westen im Demavend am caspischen Meere. Der höchste im Hindukho gemessene Gipfel, nordwestlich von Dschellabad, hat 3164 T. Höhe; westlich gegen Herat erniedrigt sich die Kette bis 400 T., steigt aber nördlich von Teheran im Vulcan von Demavend wieder bis 2295 T. an. Der Himalaya enthält die höchsten Berge, die man auf der Erde kennt, und die noch weit den Riesen der Andes, den Chimborazo, überragen.

Als Humboldt 1804 nach Europa zurückgekommen war, kannte man noch keine genaue Messung irgend eines Gipfels aus dem Himalaya oder Hindu-kho und daher galt der Chimborazo lange Zeit als der höchste Berg auf der Erde. Erst im Jahre 1820 verbreitete sich in Europa die Nachricht, daß der Himalaya noch weit höhere Gipfel habe als die Andes und man schrieb dem Dhawalagiri eine 1040 Toisen, also 6240 Fuß größere Höhe zu als dem nach Humboldt 3350 Toisen hohen Chimborazo; doch wurde ihm später eine noch größere, aber nicht näher bestimmte, Höhe zugewiesen, als sein Nachbar, der 4406 Toisen hohe Kinchinjinga haben sollte, wie dieses Humboldt in seinen Ansichten der Natur (I. 117) bemerkt. Seitdem heißt es, daß der Mount Everest der höchste unter allen gemessenen Bergen sei und 4535½ Toisen[1] erreiche. Auch in Amerika wurde dem Chimborazo die

1) Petermann, Geogr. Mittheilungen 1856. S. 379.

Oberhoheit bestritten; nach Pentland's[1] Messungen sollten der Sorata und der Illimani ihn um 598 und 403 Toisen übertreffen, doch sind beide Messungen später beträchtlich reducirt worden, so daß der Chimborazo in seinem Range blieb. Uebrigens hat Pentland doch den Pic Sahama für um 871 Fuß höher als den Chimborazo und für um 796 Fuß niedriger als den Aconcagua, letzteren also um 1667 Fuß den Chimborazo überragend erklärt.[2]

Außer den vorstehenden Parallelketten gibt es in Asien noch eine große Anzahl von meridianartigen, die vom Cap Comorin, der Insel Ceylon gegenüber, bis zum Eismeere in ihrer Stellung alternirend zwischen 64° und 75° Länge (von Paris) von SSO. nach NNW. oder S. nach N. streichen. Zu diesem System der Meridianketten gehören die Ghates, die Solimankette, der Palaraſa, der Bolor und der Ural. Die Unterbrechung des Reliefs der Meridianerhebungen ist so gestaltet, daß jede Kette erst in einem Breitengrade anhebt, welchen die vorhergehende nicht erreicht hat, und daß alle abwechseln. So ist, wenn man von N. nach S. geht, der Ural, der in etwa 50° Breite sein Ende erreicht, im Westen, während dafür im östlichen Asien das Khingangebirge annähernd von 50° bis 40° geht. Nun erhebt sich wieder im Westen (45°—35°) der Bolor u. s. w. Alle diese Meridiangebirge sind jedoch weitaus nicht so bedeutend als die vier Parallelketten.

Durch die zwei Hauptrichtungen der Gebirge in Asien scheint ein Gitter angedeutet zu sein, wie Buffon es als Grundlage der Gebirgsvertheilung auf der ganzen Erde annahm, doch fehlt, wenn man die Karte betrachtet, an der Vollständigkeit des Gitters noch sehr viel, weil unter den Bezeichnungen Parallel- und Meridianketten nur die annähernde Richtung zu verstehen ist, und die Ketten der beiden Directionen sich in den wenigsten Fällen schneiden. Am besten ausgebildet ist das Gitter unter dem 70° der Länge, wo die Bolorkette den Thian-schan und den Kuen-lün, den ersteren unter dem 40°, den letzteren unterm 35°—36° der Breite nahezu senkrecht schneidet.

Die Erhebung des Landes zwischen dem Berggitter ist verschieden, doch zeigt sich eine Art von Treppe gegen den Raum, der sich zwischen dem Himalaya und dem Kuen-lün befindet. Eine geringe Höhe hat alles Land im Nordwesten, ein großer Theil desselben, die Gegend des caspischen Meeres, ist sogar niedriger als die Meeresfläche. Die Wüste Gobi hat eine mittlere Höhe von 400—600 Toisen und Tübet endlich wird von Humboldt aus

1) Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1830, p. 320 u. 323.
2) Humboldt, Ansichten der Natur. 3. Aufl. I. 76 u. 342.

den ihm zu Gebote stehenden Beobachtungen als im Mittel nicht ganz 1800 Toisen hoch geschätzt. Es ist jedoch Tübet ebensowenig als die Gobi ununterbrochenes Flachland, sondern von wenn auch nicht sehr bedeutenden Höhenstrichen und Senkungen durchzogen, und beide Länder können daher nicht so strenge als Hochebenen betrachtet werden, wie das Hochland von Peru.

Das Land zwischen dem Kuen-lün und dem Thian-schan, östlich vom Thian-schan, ist fast ganz unbekannt und Europäern nahezu unzugänglich, da jeder derselben, wenn man ihn erwischt, hingerichtet wird. Bekanntlich ist Adolph Schlagintweit vor wenigen Jahren von diesem Schicksal ereilt worden. Burnes[1] erzählt, daß man nicht nur das Signalement, sondern sogar das Porträt jedes verdächtigen Reisenden in die Städte von Oberturkistan schicke und beisetze: Wenn dieser Mensch die Gränze passirt, so gehört sein Kopf dem Kaiser, seine Habe euch, d. i. dem, der ihn ergreift. Das Porträt Moorcroft's schmückte ebenfalls die Mauern von Yarkand, und der englische Typus soll dabei so gut ausgedrückt gewesen sein, daß das Bild jedem seiner Landsleute gefährlich war, welcher sich auf die Ostseite des Bolor wagte.

Der Norden und der Süden Asiens sind gegenwärtig im Besitze zweier europäischen Staaten, Rußlands und Englands, und beide Besitzungen sind zum großen Theile, nämlich vom äußersten Osten bis an die Bolorkette hin, durch die chinesischen Staaten getrennt, die sich zwischen sie hineinschieben, und soweit sie reichen, allen Verkehr hemmen. Alle Communication zwischen beiden Staatensystemen muß daher westlich von diesem Gebirge stattfinden.

„Seit Jahrhunderten," sagt Humboldt[2], „geht der Verkehr zwischen Nord und Süd nur durch das bactrische Tiefland, durch die Niederung, welche zwischen Balkh und Astrabad, wie zwischen Taschkend und der truchmenischen Landenge den Aralsee und den Osten des caspischen Meeres einfaßt. Dort ist ein Streifen von zum Theile sehr fruchtbaren Gegenden, durch welche der Orus seinen Lauf nimmt, ein Streifen, der von jeher in eine Anzahl von kleinen feindlichen Staaten zerbröckelt sich längs des westlichen Abhanges des Bolor von Süd nach Nord, vom Hindu-kho bis zu den Weideländern des Saraſu und des Turgay hinzieht. Es ist dieses der Weg von Delhi, Lahore und Kabul nach Khiwa und Orenburg, die große Straße, auf der dereinst die Mongolenmacht nach Indien vordrang. Diese asiatische Niederung, von der wir sehr neue und genaue Messungen besitzen, setzt sich zweifelsohne auch am westlichen Ufer des caspischen Meeres fort, aber wenn

1) Humboldt, Asie centrale I. 30.
2) Asie centrale I. 31.

man über Tebris und Erivan von dem 6—700 Toisen hohen Plateau von Persien gegen Tiflis herabsteigt, begegnet man der Kette des Kaukasus, die beide Meere nahezu berührt und im Gudapasse eine sehr besuchte Militärstraße von 7530 Fuß Höhe besitzt. Nördlich von der kaukasischen Mauer, in den Ebenen zwischen dem Don, der Wolga und dem Jaik (Fluß Ural) ist nach Göbel die Bodenoberfläche an mehreren Stellen, wie z. B. in Sarepta, Tschernojar, um den Bogdoberg herum und bei den Salzseen von Kamysch-Samara noch 60—80 Fuß unter dem mittleren Niveau des schwarzen Meeres. Nach Britisch-Indien und dem Pendschab vermitteln 2 an Länge und Richtung verschiedene Straßen den Verkehr zwischen Nord und Süd. Die eine kürzere geht durch die Thäler des Djihun und des Sir, über die Schneekette des Hindu-kho, über Fyzabad und Balk nach Peischawer und Kabul, die andere macht einen großen Umweg über Georgien und das Araratplateau über Tebris, Kasbin und Teheran nach Herat und Kandahar; sie umgeht den Hindu-kho und zieht sich allmälig von den hohen und dürren Ebenen Persiens in westöstlicher Richtung gegen Attok und zu den Ufern des Indus. Auf dieser Route umgeht man das caspische Meer auf seiner südlichen Seite und trotzdem daß zwischen Lahore und Herat gegenwärtig mehrere rivalisirende Mächte sind,[1] ersetzt sie doch die Länge des Wegs durch den größeren Vortheil, daß, weil sie durch einen größeren Staat, durch Persien führt, die politischen Beziehungen sich vereinfachen. Die angegebenen Länder lassen sich als die Vermittelungsstellen für friedlichen Verkehr betrachten, aber auch als die Thore für feindliche, stationenweise vordringende Einfälle, und die Zeit der letzteren datirt nicht sehr weit zurück. Beide Straßen sind seit 30 Jahren mit immer zunehmendem Eifer untersucht worden und man darf sich Glück wünschen, daß der Zweck dieser allerdings etwas mysteriösen Forschungen nur erreicht werden konnte, indem er zugleich der astronomischen Geographie und der Physik der Erde im Allgemeinen wesentliche Dienste leistete. Allerdings sind selbst in Beziehung auf die äußere Gestaltung des Bodens in Persien und Kandahar, wie in Maveralnahar oder der großen Bucharei überhaupt, besonders zwischen dem westlichen Abhang des Bolor und den kleinen Ketten von Asferah und Karatagh noch Lücken auszufüllen; aber der Westen, ganz muselmännisch, läßt sich doch nicht mit den alten Ansichten vergleichen, die früher darüber in Europa verbreitet waren,

1) Seitdem Humboldt dieses geschrieben hat, ist ein Theil, die Sikh's, von den Engländern annexirt worden; es sind daher nur noch die Völkerschaften Afghanistan's zwischen Persien und Indien.

oder mit Centralasien, wo vom Nordabhange des Himalaya bis zum Altai China seine ausschließende in Dunkel gehüllte Politik verfolgt."

Von der britischen Seite sowohl als von der russischen sind in neuerer Zeit manchfache Versuche gemacht worden, in das für jeden Europäer fast unzugängliche Innere zu gelangen. Vom Süden aus kam man nur wenig über den Kuen-lün, doch liegt Kaschgar, wo Schlagintweit hingerichtet wurde, noch nördlich von demselben nahe an dem Thian-schan. Während dort Gebirge sich hemmend dem Vordringen widersetzen, ist die russisch-chinesische Grenze, in einer Länge von 1000 Stunden, großentheils offen. Die Tiefländer zwischen dem Thian-schan und dem Altai, welche den Regierungsbezirk von Ili und die Dzungarei einschließen, sind im Westen nicht durch Gebirge abgesperrt, wie das Land zwischen dem Thian-schan und dem Kuen-lün durch die Bolorkette. Die Ebenen der chinesischen Dzungarei gehören zum Bassin des Alaktugul und des Balkhasch und sind westlich mit der Steppe der mittleren Kirgisenhorde verbunden. Dieser Umstand erleichterte Reisen von der russischen Gränze zwischen Tobol, dem Ischim und dem obern Irtysch in die südlichen Gegenden des Innern. Das zahlreiche Hirtenvolk der Kirgisen, von dem eine Horde auf chinesischem Gebiete ist, dient in dem in neuerer Zeit so lebhaften Binnenhandel als Zwischenglied. Humboldt[1] sagt, daß die großen Märkte von Rußland und Sibirien allmälig im innern Asien sehr berühmt geworden seien, daß das Verlangen nach den Producten europäischer Industrie auf unerwartete Weise zugenommen habe und daß die Asiaten allenthalben directen Verkehr suchen. Die Caravanen der Bucharei gehen nicht nur bis Astrachan, Orenburg und Troizk; auch in die kleineren Orte an der Gränze, die Humboldt besuchte, kam eine Anzahl derselben. Die Handelshäuser dieser kleinen Städte erhalten Verbindungen mit Bochara, Kokand und Taschkend, und knüpfen sie, indem sie dabei lauter (dunkelfarbige) Asiaten benützen, mit Centralasien und Kaschmir an.

Die Beziehungen der Russen zu Centralasien sind dem Vorstehenden zufolge in sofern günstiger, als doch wenigstens ein Verkehr vorhanden ist, der im Süden soviel wie ganz fehlt; doch kommen dabei nur die Asiaten heraus, nicht aber die Europäer hinein, denn die Verschiedenheit der Farbe und Gesichtszüge würde sie alsbald verrathen. Als Humboldt die russisch-chinesische Gränze bereiste, erhielt er von den dortigen Behörden eine Anzahl von Itinerarien, nach welchen die Caravanen auf ihren Wegen sich richten, und diese hat er in den Fragmens asiatiques und in deren zweiten

1) Asie centrale I. 38.

Auflage, der Asie centrale, veröffentlicht und commentirt. Man bekommt durch diese Itinerarien einen Begriff von den Entfernungen einzelner Städte, von etwaigen Seen, Flüssen, Bergen u. s. w. und sie müssen eben so lange als Quellen für die Völker- und Länderkunde Asiens dienen, bis man auf wissenschaftliche Forschungen gegründete Beobachtungen bekommt. Es ist dieses zwar nur ein trauriger Behelf, aber zur Zeit fast das einzige Hülfsmittel. Auch die Nachrichten in den chinesischen Schriften geben Aufschluß über manchen Gegenstand, der ohne sie ganz dunkel bliebe, doch lassen sie noch sehr viel zu wünschen übrig, da von einer Beobachtungsweise, wie sie die Wissenschaft verlangt, keine Rede sein kann; sie beruhen mehr auf Wahrnehmungen als auf Beobachtungen.[1]

Ein weiteres Eingehen in die Humboldt'sche Bearbeitung der geographischen Verhältnisse im Speciellen, Nomenclaturen, Vergleichungen einzelner Berichte u. s. w. würde uns zu weit führen; es möge genügen die allgemeinen Umrisse des Landes angegeben zu haben, wie sie sich nach Humboldt herausstellen. Dagegen kann ich es nicht unterlassen, die Vergleichungen anzuführen, die der große Gelehrte zwischen den einzelnen Welttheilen anstellte, denn gerade diese Arbeit, welche man nur unternehmen kann, wenn man wie Humboldt mit den Verhältnissen der verglichenen Gegenden vertraut ist, das ist es was seine Untersuchungen besonders charakterisirt, denn er verlor sich nicht im Detail, und vergaß das Große nicht über dem Kleinen.

„Ueberblickt man", sagt er[2], „die Ebenen und Niederungen von Asien im Ganzen, so zeigt sich, daß in diesem Theile der alten Welt ebenso wie in Amerika die außerordentliche Ausdehnung und der Zusammenhang seiner Flächen von fast größerer Bedeutung ist, als die absolute Höhe seiner Berge. Allerdings kann Asien wegen der Stellung seiner großen Erhebungen, die der Richtung der Breitekreise parallel sind, nicht wie die Pampas von Buenos-Ayres und die Savanen von Louisiana und Canada das seltsame Schauspiel zeigen, daß Ebenen an dem einen Ende Palmen und Bambusgewächse nähren, während das andere einen großen Theil des Jahres mit Schnee und Eis bedeckt ist. Die sibirischen Steppen setzen sich allerdings südlich durch die Weideländer der Kirgisen zwischen dem Aral und dem

1) In den letzten Jahren ist es Semenow gelungen, von Norden her den Thian-schan zu erreichen, den er als ein an Großartigkeit die Alpen weit übertreffendes Gebirge schildert. (Zeitschr. f. allg. Erdkunde, N. Folg. III.)

2) Asie centrale I. 93.

Balkaſchſee fort, ſie reichen alſo von der Mündung des Obi durch die große Bucharei bis zum Oberlaufe des Djihoun oder Oxus und enden ſo zu ſagen am Nordabhange des Hindu-kho, wenn überhaupt unter 36° der Breite zwiſchen Meſchid, Herat und Murgob eine deutlich ausgeprägte Kette exiſtirt. Es wäre jedoch ſchwierig, dieſe durch Kharesme und Maveralnahar fortgeſetzte ſibiriſche Steppe für mit den ſüdlicheren Ebenen von Khoraſan und Afghaniſtan unmittelbar verbunden zu erklären. Die Steppen und Wüſten der großen Bucharei erheben ſich nämlich beträchtlich gegen Süd und Südoſt, das Land wird hügelig und ändert ſeinen Charakter. Die Höhen der Bucharei und von Balkh werden auf 190—280 Toiſen geſchätzt, und Burnes hält die Wüſte von Turkeſtan ſogar für höher als 300 Toiſen. Jenſeits des Hindu-kho oder vielmehr jenſeits der Gränze von Turkeſtan und Perſien beginnen die Hochebenen von Khoraſan und Irak-Ajemi."

„Die geologiſche Bildung von Aſien geſtattet nicht jenen leichten Verkehr zwiſchen Nord und Süd, der in den Ebenen des neuen Continentes den Reiſenden überraſcht und die Natur verſchönert, indem er ſüdliche Pflanzenformen in Gegenden vorrücken läßt, die man kaum noch gemäßigt nennen kann. Dieſes Durcheinander von Formen bringt im Ausſehen der Wälder des neuen Continents einen Wechſel noch in Breiten hervor, wo in der alten Welt ſchon die traurige Einförmigkeit von einer kleinen Anzahl von Nadelhölzern, kätzchentragenden und andern geſelligen Pflanzen, die Oberhand gewonnen hat. In Aſien wagen die Tropenvögel von Hindoſtan keine weiten Wanderungen in hohe Breiten, wie dieſes in Amerika jährlich die Colibris thun, die auf der einen Seite gegen Obercanada, auf der andern gegen die Magellanſtraße ziehen. Der Tiger allein, ohne von ſeiner Schönheit, ſeiner Stärke und ſeiner ſonſtigen Wildheit zu verlieren, findet ſich von der Inſel Ceylon und dem Cap Comorin an bis jenſeis des Altai, ſogar mitten in Sibirien unter Breiten, wie die von Oxford und Berlin. In Europa iſt der Löwe, wenn man ſich je auf hiſtoriſche Erinnerungen einläßt,[1] 12 Grade weiter ſüdlich geblieben. In der alten Welt trennen die Richtung der Bergketten, die beſondere Geſtaltung von Centralaſien, das mittelländiſche Meer und die Küſtencordillere des Atlas Klimate und Producte, in der neuen dagegen ſind Verhältniſſe des Klimas und die Lebensumſtände, ohne ſelbſt die Menſchenracen auszunehmen, mehr geneigt, ſich zu vermiſchen und in der Richtung der Meridiane weite Räume zu durchwandern."

1) Aus den altgriechiſchen Sagen, in denen häufig Löwen eine Rolle ſpielen, wird auf die ehemalige Anweſenheit dieſer Thiere in Griechenland geſchloſſen.

Auf diese Gegensätze zwischen den Niederungen läßt Humboldt einen Vergleich zwischen den Gebirgszügen beider Welten folgen. Nachdem er den Typus der Gebirge in Amerika, wie er ihn in der Esquisse géognostique dargestellt und von dem bereits oben S. 275 die Rede war, im Wesen wiederholt und wie dort auch hier Europa in den Vergleich hineingebracht hat, betrachtet er Asien und sagt darüber:[1] „Wenden wir unsere Blicke auf den asiatischen Continent, so finden wir dort die Uebereinanderlagerung der Massen bedeutend weniger einfach. Oestlich vom Meridian der großen Krümmung des tübetanischen Flusses Dzangbo[2] jenseits einer Linie, die sich durch den Khukhunoor, das Land der Ordos und die Einbiegung des Hoangho gegen Khankhai, also von Südsüdwest nach Nordnordost zieht, zeigt die Erdoberfläche eine außerordentlich unregelmäßige Structur. Westlich von dieser Linie lassen sich die Grundzüge leichter erkennen: es herrscht dort eine merkwürdige Gleichförmigkeit in der Richtung der großen Bergsysteme. Die Ländererhebungen behalten ihren Gang in außerordentliche Entfernungen bei und der Hauptrichtungen sind vorzugsweise zweierlei. Die beträchtlichsten Ketten folgen im Allgemeinen den Breitekreisen und damit auch der Längenaxe des asiatischen Continents; sie sind der Altai, das Himmelsgebirge oder Thian-schan, der Kuen-lün und Hindu-kho, der Taurus und der Himalaya. Die andern Gebirge laufen meridianartig von Nord nach Süd. Solche sind: der Ural, das goldführende Kusnezkgebirg, der Bolor, die Solimanskette."

Nachdem sich in Europa die Ansicht, daß die Erde eine Kugelgestalt habe, die neben den verschiedenen andern Formen, in welche die Theorie die Erde gezwängt hatte, schon im Alterthume von Zeit zu Zeit aufgetreten war, allgemeine Geltung verschafft hatte, war es zuerst Huyghens, der gegen Ende des 17. Jahrhunderts den Satz aufstellte, die Erde sei nicht eine vollkommene Kugel, sondern an den Polen abgeplattet, oder mit andern Worten ein Rotationsellipsoid, wie man es durch Umdrehung einer Ellipse um die kleinere Axe erhält. Er stützte seinen Satz auf die Thatsache, daß wegen der Centrifugalkraft die Wirkung der Schwere am Aequator kleiner sein müsse, als am Pole, und setzte das Verhältniß des von Pol zu Pol gemessenen Durchmessers zu einem von einem Punkte des Aequators zu dem ihm diametral gegenüber liegenden genommen, wie 578 zu 577, nahm also eine

1) Asie centrale I. 99.
2) Unter 95° östl. v. P.

Abplattung von $^1/_{578}$ an. Nach ihm setzte Newton (1698) dieses Verhältniß gleich 230 zu 229, und Clairault (1737) bestimmte mit Hülfe der mittlerweile vervollkommneten Mathematik das Verhältniß wie 310 zu 309. Die Clairault'sche Rechnung stützt sich auf die Annahme, daß die einzelnen Schichten, aus denen man die Erde zusammengesetzt sich denken kann, in ihren Bestandtheilen gleichförmig seien, zieht also die Ungleichheit einer einzelnen Schichte wie der uns zugänglichen obersten Schichte der Oberfläche nicht in Betracht. Nun besteht aber diese aus Wasser und Land, von denen letzteres dichter ist als ersteres, und bei der ungleichen Vertheilung beider wäre darum eine beträchtliche Abweichung der wirklichen Abplattung von der theoretischen denkbar. Nichtsdestoweniger ist der Unterschied keineswegs bedeutend, denn der wirkliche Werth der Abplattung beträgt im Durchschnitte nahezu $^1/_{300}$[1] und es folgt daraus, daß die Wirkung dieser Verschiedenheit klein ist. Wäre das Wasser in Beziehung auf den festen Theil sehr bedeutend, das Meer also sehr tief, so würde es, als vollkommen beweglich, die Abplattung $^1/_{310}$ anzunehmen sich bestreben und die Länder am Pole überschwemmen. Aus diesen Umständen schloß nun Laplace[2], daß die durchschnittliche Tiefe des Meeres nicht viel bedeutender sei, als die mittlere Höhe des Landes, und daß beide nur ein kleiner Theil der Größe sein können, um welche der Aequatorialdurchmesser der Erde deren Axe überragt (nach Bessel's Annahme der Abplattung 131256 par. Fuß). Die mittlere Höhe des Landes über dem Meere schätzte Laplace nicht über 1000 Meter.

Diese Untersuchung Laplace's war es, welche Humboldt veranlaßte, die Resultate der Theorie mit denen der Beobachtung zu vergleichen, und er veröffentlichte diese Arbeit zuerst in der Asie centrale und dann gänzlich umgearbeitet in den Kleineren Schriften. Er suchte dabei die Entfernung des Meeresniveau's von der Fläche, bis zu welcher das die Erdtheile Europa, Asien und Amerika zusammensetzende Material reichen würde, wenn es allenthalben gleichmäßig vertheilt wäre, und setzte, da eine solche Bestimmung nur eine annähernde, nie eine genaue sein kann, diejenige Gränze fest, über welche hinaus das Material nicht reichen würde, also das Maximum, das man dem Lande beimessen darf.

Humboldt theilte die Oberfläche der genannten Erdtheile in Tiefländer, Hochebenen und Gebirge. Die Niederungen unterscheiden sich von den Hochebenen nur dadurch, daß ihre mittlere Oberfläche weniger weit vom

---

1) Nach Bessel $^1/_{299}$, nach Bowditch $^1/_{301}$, nach d'Aubuisson $^1/_{305}$.
2) Mécanique céleste V. 13.

Meeresniveau entfernt ist, und der ganze Unterschied ist nur ein relativer. Beide lassen sich als Prismen von bestimmter Höhe und Basis denken. Kennt man diese beiden Größen, so erhält man durch Multiplication beider mit einander das Volumen, und es ist eine ganz einfache Rechnung, zu bestimmen, wie hoch das Prisma bei demselben Rauminhalte sein würde, wenn seine Basis so groß wäre, als die Oberfläche des ganzen Erdtheils. Die Gebirge betrachtete Humboldt als liegende dreiseitige Prismen, deren Basis die vom Gebirge eingenommene Area, deren Höhe die des Kammes ist. Während ein Verticalschnitt der vorigen Prismen jedesmal ein Viereck ist, stellt derjenige der Gebirgsprismen, senkrecht auf der Axenrichtung der Kette genommen, ein Dreieck dar, und das Volumen des Gebirgsprismas ist also gleich dem halben Producte von Höhe und Basis. Auch dieses Volumen wurde als über den ganzen Erdtheil zu einem überall gleich hohen Prisma, dessen obere und untere Fläche congruent, dessen Seitenflächen also senkrecht sind, vertheilt gedacht. Die Wirkung einer Hochebene ist hiebei der größeren Basis wegen auch bei geringerer Höhe weit beträchtlicher, als die der Gebirge.

Die Berechnung des Volumens ist sehr einfach, wenn man Höhe und Basis kennt; aber es ist sehr schwierig, die letzteren zu bestimmen. Darum hat auch Humboldt seine Resultate nur als Näherungswerthe angegeben. In das Detail seiner Untersuchung einzugehen, würde uns viel zu weit führen; ich will mich daher darauf beschränken, hier nur seine Resultate anzuführen und einige Höhenangaben von Hochebenen beizufügen, die man in seinen Schriften zerstreut findet.

	Oberfläche in Quadratmeilen.	Höhe in par. Fuß.
Deutschland	20400	1168
Frankreich	17100	828
Spanien	13800	2190
Ganz Europa	304000	630
Asien	1346000	1080
Nordamerika	607000	702
Südamerika	571000	1062
Ganz Amerika	1178000	876
Alle 3 Erdtheile	2828000	947[1].

1) Diese Resultate stehen in den Kleineren Schriften S. 416 und S. 438. In Asie centrale I. 181 sind die Zahlen dieselben.

Höhen von Hochebenen nach Humboldt sind:

	par. Fuß.
Auvergne	1044
Süd-Bayern	1560
Spanien	2190
Mysore	2760—3060
Caracas	2880
Persien	3600—4200
Gobi	4000
Becken von Kaschmir	5022
Popayan	5400
Abyssinien (Tzanasee)	5700
Südafrika (Orangefluß)	6000
Nilgherries	6360
Abyssinien (Axum)	6600
Mexico	7020
Arabien, Kandahar u. Beludschistan	7800
Quito	8940
Provinz de los Pastos	9600
Tübet	10800—12000
Titicaca	12060

Humboldt hat in seine Berechnung der mittleren Höhe der Continente nur Europa, Asien und Amerika eingeschlossen, weil blos diese soweit bekannt sind, um nur annähernde Schätzungen zuzulassen. Afrika und Neuholland erlauben auch dieses nicht. Afrika ist, soviel man davon kennt, südlich von der Sahara wahrscheinlich großentheils Hochland oder Gebirge, die Sahara ist Tiefland, und es wäre möglich, daß die mittlere Höhe in Afrika den größten Werth hat. Neuholland ist, soweit man es kennt, großentheils Tiefland, und beide Welttheile zusammen würden vielleicht ein Resultat geben, das von dem der übrigen drei nicht viel abweicht.

Die Humboldt'sche Bestimmung der mittleren Höhe der Continente, die nur etwa 300 Meter angibt, weicht weit von der Laplace's ab, der sie viel weiter, wenn auch nicht über 1000 Meter reichen läßt. Humboldt sagt darüber [1], daß er über diese Verschiedenheit der Resultate betroffen gewesen sei und Poisson um seine Ansicht hierüber befragt habe, worauf ihm dieser antwortete, daß die Data, auf die sich Laplace gestützt hatte, nicht

1) Asie centrale I. 185. Kleinere Schriften 441.

genügen, um für das Verhältniß der Meerestiefe zu dem Ueberschusse des Aequatorialdurchmessers der Erde über die Axenlänge eine gewisse Gränze festzusetzen.

Wenn die mittlere Höhe der Continente bedeutend geringer ist, als Laplace glaubte, so ist dafür die mittlere Tiefe der Oceane wahrscheinlich beträchtlich größer. Humboldt[1] führt an, daß Sabine, Lenz, Wauchope und Beechey das Senkblei bis zu 900 und 1000 Meter ausgeworfen haben, ohne Grund zu finden, und daß dieses zuerst dem Capitän Bérard bei 2600 Metern gelungen sei. Im südatlantischen Ocean sondirte Lieutenant Walsh (1849) 32086 Fuß tief, ohne Grund zu finden, dagegen erreichte Roß[2] in 15° s. Br. des atlantischen Meeres den Boden bei 25896 Fuß. Die größte bis jetzt erreichte Tiefe ist die von Denham[2], der (30. Oct. 1852) ebenfalls im südatlantischen Ocean den Boden bei 43380 Fuß fand, und unter Voraussetzung, daß der Kintschindjinga im Himalaya mit 26439 par. Fuß der höchste Gipfel sei, ergab sich Humboldt als Höhendifferenz beider Punkte 69819 Fuß oder etwas über 3 deutsche Meilen, etwas mehr als die Hälfte des Erddurchmesserunterschiedes.[3]

Die Tiefe des Oceans ist ohne allen Zweifel eine bedeutend größere, als die Höhe des Landes über dem Meere, obwohl man bisher nur den nordatlantischen Ocean bis zum Aequator genauer kennt. Das Project, Europa mit Nordamerika von Irland aus durch einen Telegraphen zu verbinden, hat es als nothwendig erscheinen lassen, den Grund zu sondiren, und die New York, New Foundland and London Telegraph Company übersandte Humboldt das Resultat dieser Sondirung in einem 25 Fuß langen Profile, von dem derselbe der Gesellschaft für allgemeine Erdkunde in Berlin Kunde ertheilte, und welche es in ihrer Zeitschrift veröffentlichte. Der Boden des Oceans ist an der fraglichen Stelle, wie man ihn, die Tiefe abgerechnet, für dergleichen Unternehmungen nicht besser wünschen könnte, da er bei völlig ruhigem Wasser ohne alle Felsen mit weichem Schlamme bedeckt ist und in Betracht der großen Ausdehnung die Unebenheiten verhältnißmäßig klein sind, weshalb ihm auch der Name Telegraphenplateau beigelegt wurde. Die mittlere und fast durchgängige Tiefe ist nach den auf dem Schiffe Arctic

1) Kleinere Schriften 443.

2) Humboldt, Berichte der Berl. Akademie 1853. 140.

3) Humboldt hat diesen Gegenstand zuletzt 1853 bearbeitet. Seit dieser Zeit hat sich nach den Messungen von Waugh ergeben, daß der Kintschindjinga dem Mount Everest, der 27212′ hat, nachsteht. Obige Differenz würde daher um 800′ größer. S. oben S. 358.

unter Lieutenant Berryman angestellten Sondirungen 6000 Fuß, die tiefste Stelle 11653. Weiter nach Süden zeigt sich nach der von Maury[1] angefertigten Karte nahe der Mitte des atlantischen Oceans zwischen den Bermudas und den Azoren eine Tiefe von 5000 und mehr Faden, die sich weiter südlich zwischen Amerika und Afrika wieder zu 4000 verringert. Der südatlantische Ocean scheint der oben angeführten Messung Denham's zufolge tiefer zu sein als der nördliche, und wohl ist es auch der große Ocean, von dem ich jedoch keine Messungen kenne. Es läßt sich hierauf dadurch schließen, daß die über seichten Stellen langsamer gehenden Fluthwellen auf dem großen Ocean am raschesten vorwärts schreiten. Auch die durch Erdbeben erzeugten Wellen werden zu Tiefenbestimmungen benützt. Am 23. Dec. 1854 ereignete sich zu Simoda in Japan ein Erdbeben, welches das Scheitern der russischen Fregatte Diana zur Folge hatte. Nach 12 Stunden 16 Minuten kam die Welle in dem 4800 engl. Meilen von Simoda entfernten San Francisco, in 12 Stunden 38 Minuten in dem 5200 Meilen entfernten San Diego in Californien an und hieraus berechnete Bache[2] für den stillen Ocean eine Tiefe von 14—18000 Fuß.

Geschichte der Geographie.

Die Ereignisse, welche eine dauernde Wirkung auf den Zustand der Völker ausüben, oder in der hergebrachten Ordnung der Dinge eine wesentliche Veränderung hervorbringen, folgen sich nicht immer mit gleicher Raschheit; es gibt Zeiten, die wenn auch eine nicht größere Zahl von Jahren umfassend als andere, für die Nachwelt doch eine ungleich höhere Wichtigkeit haben. Es ist als wenn das Rad der Zeit hin und wieder schneller liefe, ein andermal wo nicht stehen bleibe, doch sich wenig fortbewege. Vergleichen wir z. B. die politische Geschichte Europa's in den letzten hundert Jahren, so wird zugegeben werden müssen, daß den Ereignissen von 1789—1815 eine

---

1) Explorations and Sailing Directions to accompany the Wind and Current Charts. Auch Zeitschrift für allg. Erdkunde 1853.

2) Nautical Magazine January 1856 und Petermann, Geogr. Mitthlg. 1856.

weit größere Bedeutung zugeschrieben werden müsse, als den 30 Jahren vor oder nach dieser Epoche. Ganz in gleicher Weise wie bei den politischen Ereignissen geht es auch in wissenschaftlicher Beziehung, ja sogar in den einzelnen Wissenschaftszweigen. Niemand wird läugnen können, daß die Entdeckungen der letzten hundert Jahre an Zahl wie an Bedeutung denen irgend eines früheren Jahrhunderts weit überlegen seien.

Für die Geographie, wenigstens soweit sie sich mit der Lehre von der Vertheilung des Festen und Flüssigen über die Erdoberfläche beschäftigt, ist das Zeitalter der größten Ansammlung von Entdeckungen bereits vorüber; es fällt so ziemlich in das Jahrhundert von 1450—1550 und ihre drei Glanzpunkte, die Entdeckung von Amerika durch Christoph Columbus (1492), die Umsegelung von Afrika durch Vasco da Gama (1497—1499) und die erste Reise um die Welt unter Fernaõ del Magelhaẽs oder Magellan und nach dessen während der Reise erfolgtem Tode unter Sebastian d'Elcano (1519—1522), fallen in das mittlere Dritttheil der Entdeckungsperiode.

Seit diesen Entdeckungen ist keine so außerordentliche Bereicherung der Geographie mehr erfolgt, denn die Auffindung von Neuholland durch Abel Taßmann (zwischen 1615 und 1642) hat einen bei weitem geringeren Einfluß auf uns geäußert und gegenwärtig bleibt, soweit es die Umrisse der Landmassen anbelangt, nur eine geringe Nachlese, die Auffindung irgend eines Inselchens übrig, da die Erdoberfläche zu sehr durchforscht ist, als daß ein größeres Land bisher hätte entgehen können. Eine allenfallsige Auffindung in der nächsten Nähe der Pole liegender Massen, die Durchforschung der dortigen Meerengen, Durchfahrten u. s. w. ist wohl wissenschaftlich von Interesse, kann aber nicht wohl von praktischer Bedeutung werden.

Die italiänischen Republiken, die bis zum Anfange der oben angegebenen Epoche die ersten Seefahrer Europa's, die vorzüglichsten Handelsleute gewesen waren, verloren um jene Zeit ihre Bedeutung, da das Vordringen der Türken ihnen Stück für Stück die Emporien ihrer Thätigkeit, die sich hauptsächlich auf die Levante beschränkt hatte, entriß. Im atlantischen Ocean hatten sich die Schiffer während des ganzen Mittelalters unheimlich gefühlt; man erzählte sich von seiner Dunkelheit, von seiner Unzugänglichkeit und getraute sich nur in der Nähe der europäischen Küste vom Mittelmeere aus die nordeuropäischen Häfen zu besuchen. Als nun die Italiäner ihr Ansehen verloren, ging die Thätigkeit zur See zunächst auf die Portugiesen, dann auf ihre Nachbarn die Spanier über. Man wagte sich nach und nach weiter hinaus in das offene Weltmeer und entdeckte dabei die in demselben befind-

lichen Gruppen der Canarien, Azoren und der Capverdischen Inseln. Die Portugiesen erreichten Guinea und immer südwärts dringend die Südspitze von Afrika. Neben dem Gewinne, den sie aus dem Handel mit den afrikanischen Stämmen zogen, lag ihnen stets der Wunsch am Herzen, durch Umschiffung von Afrika und unmittelbaren Verkehr mit Indien sich die Gewürze und andere werthvolle Waaren zu verschaffen, die man bisher nur über Alexandrien und unter schweren Zöllen erhalten konnte. Einen großen Antheil an diesen Fortschritten der Portugiesen hatte der Infant Heinrich der Seefahrer, so genannt nicht nach seinen Seefahrten, denn er hat nie eine gemacht, sondern wegen der großen Unterstützung, die er den Seefahrern zu Theil werden ließ. Die portugiesischen Bestrebungen sind zunächst der Zerstörung des Wahnes zu verdanken, der im Mittelalter lange herrschte, und dem zufolge man glaubte, Afrika schließe im Süden wieder an Asien an und das indische Meer sei in ähnlicher Weise abgesperrt wie das mittelländische. Während hiebei das Augenmerk zunächst auf die afrikanischen Entdeckungen gerichtet war, von denen Alles Glück hoffte, fehlte es nicht an Leuten, die nach Westen wiesen und gestützt auf die herrschend gewordene Ansicht von der Kugelgestalt der Erde die Ansicht aussprachen, es müsse leicht durchführbar sein, direct d. i. quer über den Ocean westwärts fahrend an die Ostküsten von Asien zu gelangen, wobei ihnen der allgemein verbreitete Glaube, daß die Erde viel kleiner sei, als sich später herausstellte und daß Ostasien sich viel weiter gegen Westeuropa erstrecke, sehr zu statten kam. Man dachte sich Ostasien von Westeuropa nicht einmal so weit entfernt, als es Ostamerika in der That ist.

Unter denjenigen Männern, welche zu den thätigsten Anhängern dieser Theorie gehörten, ist besonders Christoph Columbus (Cristobal Colon), ein Genueser von Geburt, zu nennen, der nachdem er ein bewegtes Leben, das ihn 1477 bis nach Island (Thile) und darüber hinaus führte, durchgemacht hatte, mit dem Hofe zu Lissabon wegen Ausführung des Projectes in Unterhandlung trat.

Colon's Vorschlag fand keinen Beifall in Portugal, weshalb er sich (1486) nach Castilien wandte. Dort herrschten Isabella und Ferdinand und waren eben im Kampfe mit den Mauren von Granada, während dessen Dauer sie sich nicht leicht in ein so gewagtes Unternehmen einlassen konnten. Columbus war 1491 bereits daran, sich nach Frankreich zu wenden, als nach dem Falle von Granada trotz des hohen Finderlohnes, den er forderte, dennoch ein Vertrag zu Stande kam. Man versprach ihm für den Fall des Gelingens für seine Person und seine Nachkommen die Erhe-

bung in den Adelstand mit dem Prädicat Don, die Würde eines atlantischen Admirals mit dem Genusse aller Vorrechte der Almiranten von Castilien, welche im Range nur den Kronfeldherrn nachstanden, Macht und Titel eines Vicekönigs in den entdeckten Ländern mit dem Rechte, für alle Aemter der künftigen Herrschaften drei Bewerber vorzuschlagen, den Zehnten der Kroneinkünfte aus den Entdeckungen, endlich nach Belieben ein Achtel Antheil an dem Kronbetrieb der etwaigen Handelsmonopole. Man sieht hieraus, daß Columbus seine Interessen durchaus nicht vergessen hat.

Am 3. August 1492 verließ er mit 90 Mann auf 3 Schiffen den castilischen Hafen Palos und erreichte am 12. October eine Insel Guanahani (jetzt Watlings-Insel, nicht wie man früher glaubte das jetzige Cat Island), die er in San Salvador umtaufte. Mit der Entdeckung dieser Insel war auch die Entdeckung der übrigen Antillen und von Amerika überhaupt gemacht.

Die unmittelbare Folge des ersten Besuches der Europäer war die Entdeckung der jetzigen Inseln Rum-Kay, Long-Island, Cuba, Haiti und Jamaika. Die Menschen, welche die Inseln bewohnten, waren Wilde von rother Hautfarbe und im Besitze von Gold, welches die Habgier der Spanier nicht wenig reizte.

Nachdem der Admiral, dessen eines Schiff gescheitert war, einen Theil seiner Mannschaft als Besatzung eines neuerrichteten Forts zurückgelassen hatte, trat er am 16. Januar 1493 die Rückreise an und erreichte Europa am 4. März. Alsbald nach seiner Rückkehr suchten Ferdinand und Isabella von Castilien bei dem Papste Alexander VI. um die Bestätigung ihrer Besitzthümer im Westen des Oceans nach, um die Portugiesen von der Concurrenz auszuschließen. Der Papst erließ eine Bulle, welche den Spaniern die im Westen des Oceans zu erobernden Inseln und Festländer zuerkannte, insoweit bereits vorhandene Rechte anderer christlicher Fürsten (Portugals) nicht beeinträchtigt würden, und zog, um jede weitere Streitigkeit zu vermeiden, auf der Karte eine Gränzlinie durch den Ocean von einem Pole zum andern. Ursprünglich sollte dieser trennende Meridian (raya) 100 Leguas westlich von den capverdischen Inseln liegen; doch wurde diese Entfernung durch einen Staatsvertrag zwischen Portugal und Spanien auf 370 Leguas festgesetzt.

Die zweite Reise nach dem neuen Lande (1493) machte eine große Menge von Ansiedlern mit, auch wurden die europäischen Hausthiere dorthin gebracht, da man bei der ersten Expedition kein Säugethier dort gefunden hatte, das größer als ein Hase war, und unter den mitgenommenen Thieren befanden sich auch Hunde — zur Jagd auf die Indianer. Bei der Ankunft in Haiti

fand man die Besatzung in Folge ihres Benehmens gegen die Eingeborenen erschlagen, die Einwanderer fanden das Paradies nicht, das Columbus in seiner Freude über die Entdeckung verheißen hatte; es kam zu Mißhelligkeiten unter den Spaniern, zu Streitigkeiten mit den Indianern, bei denen natürlich diese den Kürzeren zogen und fürchterliche Grausamkeiten zu erdulden hatten. Die Ausgaben der neuen Colonie überstiegen weit ihre Einnahmen und da man in Spanien lieber das Entgegengesetzte gesehen hätte, konnte es an Zerwürfnissen nicht fehlen. Den Sturm zu beschwören ging Columbus nach Spanien zurück, und verstand es, dort nicht nur seine alten Privilegien bestätigen zu lassen, sondern sogar noch neue hinzuzufügen, die ihm den dritten Theil der ganzen Beute zusprachen und alle Privatentdeckungen verboten. Auf der dritten Fahrt (1498) kam er in die Gegend der Orinocomündung, also an das Festland, und schloß aus der Größe des Stromes ganz richtig, daß hier ein Continent sein müsse. Nach der Ankunft auf Haiti setzten sich die alten Mißverhältnisse fort. Columbus und seines Bruders Bartolomeo Verfahren gegen ihre Untergebenen, sowie theilweise auch ihre Habsucht, zogen ihnen deren Haß und die Verläumdung am Hofe zu. Um die Finanzen der Colonie zu verbessern hatte der Admiral die Eingeborenen als eine Art Bodenreichthum, als Erwerbsquelle betrachtet und eine Parthie derselben zum Verkaufe nach Europa gesandt. Darüber war die Königinn Isabella empört: sie befahl, daß die Indianer zurückgeschickt würden, und Columbus war in Ungnade gefallen. Es wurde Befehl ertheilt, ihn nach Spanien zu rufen und man brachte ihn in Ketten zurück. Das war es nun nicht, was die spanischen Monarchen wollten, die Ketten fielen alsbald, es wurde Columbus auch (1502) an die Spitze einer neuen Expedition gestellt, welche zur Aufgabe hatte, ganz nach Asien hinüber zu gehen und die Erde zu umsegeln. Bei dieser Gelegenheit kam er nach Honduras und an die jetzige Moskitoküste; aber die Durchfahrt wurde aus dem einfachen Grunde nicht gefunden, weil in Mittelamerika keine vorhanden ist. Die Schiffe der Expedition gingen nach und nach zu Grunde und mit genauer Noth kam Columbus nach San Domingo und von da nach Spanien zurück, wo er am 21. Mai (Himmelfahrtstag) 1506 verschied. Sein Sohn Don Diego Colon wurde nach seinem Tode der zweite Admiral von Indien, erbte aber außer dem Titel zunächst einen Proceß um das Vicekönigthum von Indien, da der Fiscus das Recht der Krone, richterliche Aemter, wie das Vicekönigthum ist, zu verleihen bestritt. Man verdankt diesem Processe eine große Anzahl werthvoller auf die Entdeckung von Amerika bezüglicher Urkunden. Diego Colon († 1526) erlebte das Ende des Processes nicht; seine Wittwe

schloß für den minderjährigen Sohn Don Louis einen Vergleich, in dem sie auf die streitigen Ansprüche verzichtete, wogegen der Majoratserbe zum Herzog von Veragua, Markgrafen von Jamaika, zum indischen Admiral und später zum Generalcapitän von Española ernannt und mit einer jährlichen Rente von 10000 Ducaten abgefunden wurde, während der Staatsschatz die Apanagen für die Geschwister übernahm. Mit Don Diego, dem vierten Admiral und Neffen des Don Louis, erlosch 1576 die directe legitime Linie Columbus.[1]

Der große Entdecker starb in der festen Ueberzeugung, nicht etwa einen neuen Welttheil, sondern Theile des östlichen Asiens gefunden zu haben. Die Entdeckung neuen Landes war ihm stets nur Nebensache; ihn beschäftigte ausschließlich der Gedanke an einen Weg zu den Ländern der Specereien (Asien). Von Südamerika kannte man zwar bei seinem Tode schon einen großen Theil der Nordküste, und der Portugiese Cabral, der (1500) auf dem Wege nach Indien (um das Cap) an und für sich einen westlichen Curs eingeschlagen hatte und von der Aequatorialströmung noch weiter nach Westen getrieben worden war, hatte die Küste von Brasilien entdeckt. Aus deren bedeutender Ausdehnung mußte man auf den Gedanken kommen, daß man mit einem neuen Continente zu thun habe, und dieser führte auch in der That den Namen Land des heiligen Kreuzes, allein man dachte sich diese Ländermasse gegen Indien etwa so gelegen, wie sich das Verhältniß von Neuholland später wirklich herausgestellt hat. Auch von den nördlichen Theilen von Nordamerika kannte man schon weite Küstenstrecken. Bereits um das Jahr 1000 waren die Normannen von Island aus über Grönland, Neufoundland und Neuschottland bis in die Gegend des jetzigen Boston vorgedrungen, doch hatte sich die Kunde hievon wieder verloren, aber um die Zeit von Columbus (1497) hatte eine englische Expedition unter dem Venetianer Giovanni Gaboto oder Caboto (John Cabot der Engländer) die Küste von Labrador entdeckt. Peschel[2] hält es nicht für unmöglich, daß eine portugiesische Expedition unter Gaspar Cortereal, welche 1501 verloren ging, das erste Opfer war, welches die sogenannte nordwestliche Durchfahrt forderte.[3]

1) Die vorstehenden historischen Thatsachen über Colon sind Oscar Peschel's Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen entnommen.

2) A. a. O. 333.

3) Eine vollständige Zusammenstellung der verschiedenen Entdeckungsreisen nach Amerika findet sich in Kunstmann: Die Entdeckung Amerika's. München, 1859.

Als die Grundzüge von Humboldt's Ansichten über die wichtigen geographischen Entdeckungen charakterisirend dürfen wir wohl nachfolgende Stelle ansehen, die sich im 1. Bande S. 31[1] findet. Er sagt: „Man darf nicht vergessen, daß Behaim, Columbus, Vespucci, Gama und Magellan Zeitgenossen von Regiomontanus, Paolo Toscanelli, Rodrigo Faleiro und andern berühmten Astronomen waren, welche ihre tieferen Einsichten den Schifffahrern und Geographen ihrer Zeit mittheilten. Die großen Entdeckungen auf der westlichen Halbkugel waren kein Werk des Zufalls. Es würde ungerecht sein, den ersten Keim dazu in jenen instinctmäßigen Dispositionen der Seele suchen zu wollen, denen die Nachwelt oft das zuzuschreiben geneigt ist, was eine Frucht des Genies und langen Nachdenkens war. Columbus, Cabrillo, Gali und so viele andere Seefahrer bis auf Sebastian Biscayo, welche sich in den Annalen der spanischen Marine ausgezeichnet haben, waren für das Zeitalter, in welchem sie lebten, Männer von bewundernswürdiger Bildung. Die Ursache, weshalb sie so denkwürdige Entdeckungen gemacht haben, ist die, weil sie richtige Begriffe von der Gestalt der Erde und von der Länge der Entfernungen hatten, welche zu durchlaufen waren[2]; weil sie verstanden, die Arbeiten ihrer Vorgänger zu benutzen und anzuwenden; die in den verschiedenen Zonen herrschenden Winde zu beobachten; die Variationen der Magnetnadel zu messen, um nach ihnen die Richtung des Weges zu bestimmen und zu verbessern; praktisch stets die am wenigsten unvollkommenen Methoden anzuwenden, welche die Mathematiker damaliger Zeit angegeben hatten, um ein Schiff durch die Einöde des Meeres zu steuern. Die nautische Astronomie mußte nothwendigerweise so lange in der Kindheit bleiben, als der Gebrauch der Spiegelsextanten und der Seeuhren unbekannt war. Die Schifffahrtskunde ist in so hohem Grade von der Ausbildung der mathematischen Wissenschaften und der Vervollkommnung der optischen Instrumente abhängig, daß wegen dieser nahen Verbindung ihre Fortschritte nur langsam sein können, und häufigen Stillstand erleiden. Die Kunstgriffe der Steuerkunde, welche auf den großen Seefahrten des Columbus, Gama und Magellan angewendet worden sind, und die uns so überaus unsicher erscheinen müssen, hätten die Bewunderung nicht blos der phönizischen, karthagischen oder griechischen Seefahrer, die in dieser Beziehung kaum in Betracht

---

1) In den Citaten aus diesem Werke ist stets die Uebersetzung von Illiger gemeint.

2) Bei Columbus war letzteres nicht ganz der Fall.

kommen dürften, sondern selbst der geschicktesten Piloten erregt, welche Castilien, die baskischen Provinzen, Dieppe und Venedig im 13. und 14. Jahrhundert aufzuweisen hatten. Von diesem Zeitpunkte an findet man Spuren verschiedener Methoden zur Längenbestimmung, welche mit den heutigen fast identisch sind und deren Anwendung mit der äußersten Mühe und Sorgfalt gesucht wurde, aber wegen der Unvollkommenheit der zur Messung der Zeit und der Winkelabstände erforderlichen Instrumente mußten sie der Anwendung völlig unbrauchbar erscheinen."

Die Ansicht, daß es nicht unmöglich sei, daß es noch Länder auf der Erde gebe, die mit unserm Continente nicht zusammenhängen, ist eine uralte, sie geht sogar in eine Zeit zurück, in der die Theorie, unsere Erde sei eine von den Wassern des Oceanus umflossene Scheibe, noch in der Blüthe stand. Man verlegte damals, wie Humboldt zeigt (I. S. 48), an den Rand der Scheibe die Inseln der Seligen, die Hyperboräer und das Land der gerechten Aethiopen. Man glaubte, die Scheibe neige sich der üppigen Tropenvegetation wegen etwas gegen Süden, und der damaligen Ansicht nach war die Gegend, in welche wir jetzt den Nordpol verlegen, nicht etwa in die Mitte, sondern an den nördlichen Rand der Scheibe gesetzt. Bei dieser Theorie konnte nicht daran gedacht werden, daß man bei einer Reise, deren Richtung fortwährend dem Aequator parallel wäre, in einem Kreise herumgeführt würde. Es zeigen sich jedoch schon frühe Spuren, daß die Erde für eine Kugel gehalten wurde; die Pythagoräer sowie Aristoteles sprechen sich entschieden dafür aus, und seit dieser Zeit ist die Möglichkeit die Erde zu umkreisen als mit der Theorie wenigstens eines Theiles der Naturforscher zusammenstimmend zu betrachten. Ob diese Umschiffung auch praktisch ausführbar sei, blieb lange dahin gestellt; man begegnete Zweifeln, ob der Ocean allenthalben schiffbar sei, ob man die Erde allenthalben bewohnen könne. Die glücklichen Fahrten der Portugiesen hatten diese Zweifel gelöst; doch bedurfte es nichtsdestoweniger noch eines genialen Mannes, um das zur Reife zu bringen, was die früheren Jahrhunderte vorbereitet hatten.

Humboldt hat in dem ersten Abschnitte seines Werkes diese Verhältnisse untersucht und die verschiedenen Stellen, die sich in den von Columbus und seinen Zeitgenossen herrührenden Documenten finden mit demjenigen verglichen, was aus den früheren Schriften der Alten, wie auch der spätern Zeit vorhanden war. Das ganze Werk trägt sowohl in Beziehung auf die Reichhaltigkeit des Materials als auch in Beziehung auf die Art, wie dasselbe benützt wurde, allenthalben den Stempel der tiefsten Gelehrsamkeit, wie auch des ausdauerndsten Fleißes.

Es läßt sich die Geschichte der Geographie ähnlich einem andern Geschichtswerke in der Weise behandeln, daß man die Reihenfolge der Entdeckungen, die in den verschiedenen Epochen gemacht wurden, angibt, und zu gleicher Zeit die damit verbundenen Vorgänge schildert. Hat man die Beurtheilung der Thaten eines hervorragenden Mannes sich zur Aufgabe gemacht, so genügt diese Behandlung noch nicht, denn es ist durchaus nicht gleichgültig, welche Ideen seine Zeit beherrschten, und es kann mitunter als Zufall erscheinen, was bei näherer Betrachtung sich als Erfolg lange dauernder Anstrengungen vieler Männer erweist; es kann aber auch das Umgekehrte stattfinden. Darum kann man sich auch die Frage stellen: Was hat diesen oder jenen Mann zu seinen Arbeiten veranlaßt? Welcherlei waren die Ansichten jener Zeit?

Die beiden erwähnten Arten von Geschichtschreibung verhalten sich etwa so, wie wenn man das einemal bei einer kunstreichen Maschine sich darauf beschränkte, die verschiedenen Verrichtungen zu schildern, die man an derselben wahrnimmt, während man auch weitergehen und das Räderwerk untersuchen kann, wodurch man erst in den Stand gesetzt wird, sich zu erklären, warum dieses oder jenes gerade so wie beobachtet und nicht anders kommen konnte. Für diese letztere Art von Untersuchungen hat, so weit es sich um die Geschichte der Geographie handelt, Humboldt, wie allgemein anerkannt wird, den Anfang gemacht.

Ein Geschichtswerk, dessen Schwerpunkt auf den Quellen und deren Verwendung beruht, in Kürze wieder zu geben, so daß der Leser des Auszuges sich etwa ein Bild des Ganzen machen kann, ist eine vollkommene Unmöglichkeit. Ich muß mich daher darauf beschränken, hier anzugeben, daß Humboldt in seiner Schrift alle Stellen der Classiker, Ueberlieferungen früherer Fahrten in den Ocean und Sagen von bewohnten Eilanden in den Kreis seiner Besprechung bringt und daraus den Schluß zieht, daß alle diese Umstände, namentlich aber die Schrift de Imagine Mundi des Kardinals Pierre d'Ailly (Petrus de Alyaco) und der Briefwechsel mit dem italienischen Astronomen Toscanelli im höchsten Grade anregend auf Columbus gewirkt haben, daß aber, wenn auch der Gedanke an eine Umschiffung der Erde durchaus nicht neu war, die Kühnheit der That, die Art ihrer Ausführung und die Gabe, die Natur um sich zu beobachten und aus den Beobachtungen Schlüsse zu ziehen, ihn zu einem der größten Männer aller Jahrhunderte machen. Da Columbus in seinen früheren Jahren Island besucht hatte, war in dem Fiscalprocesse die Frage aufgeworfen, ob nicht Columbus etwa dort durch die obenerwähnten Fahrten der Nor-

mannen Nachrichten von dem amerikanischen Lande bekommen haben könnte, wodurch dann im Bejahungsfalle die Ansprüche der Erben Colon's hätten angestritten werden können. Humboldt zeigte, daß eine derartige Nachricht jedenfalls auf die Plane des Columbus keinen begünstigenden Einfluß geäußert hätte, da es diesem niemals darum zu thun war, neues Land zu entdecken, eine Sache, auf die er nur ganz untergeordneten Werth legte, sondern darum, den Seeweg nach Ostindien, dem Land der Specereien, in einer andern Richtung zu suchen, als es die Portugiesen thaten, und daß er in dem festen Glauben gestorben sei, nicht etwa in einen neuen Welttheil, sondern nach Indien gekommen zu sein.

Ein Gegenstand, mit dem sich Humboldt im 2. und 3. Bande seines Werkes vorzugsweise beschäftigte, ist das Verhältniß Columbus zu Amerigo Vespucci, dem Manne, welcher Veranlassung zu dem Namen Amerika war und dem Las Casas[1] 40 Jahre nach seinem Tode vorwarf, durch Fälschung zu einer unverdienten Berühmtheit gekommen zu sein, ein Vorwurf, dem man auch heutzutage noch hin und wieder begegnet. Dieser Amerigo[2] wurde zu Florenz geboren, und stammte aus einer angesehenen und wohlhabenden Familie ab. Theils auf spanischen theils auf portugiesischen Schiffen hatte er, jedoch nie als Anführer, sondern in der Stellung als Pilote 4 Reisen unternommen, wobei er auf der ersten (1497 nach Humboldt II. 320 u. 423, 1499 nach Peschel S. 309) in die Gegend des heutigen Guyana kam.

Die Berichte über die 4 Reisen des Vespucci fanden eine weit größere Verbreitung als die des Columbus. Vor dem Jahre 1507 waren über die Entdeckungen nur ein Brief von Columbus und einer von Vespucci gedruckt worden, und die Berichte über die vier Schifffahrten des Letzteren waren die ersten populären Schilderungen der Neuen Welt. Diese wurden aus dem Italiänischen in's Lateinische, wieder rückwärts ins Italiänische u. s. w. übersetzt und dadurch ziemlich verdorben. Der Name Amerika wurde, wie Washington Irving in seinem Life of Columbus nachweist und dem Humboldt beistimmt, zuerst von einem Freiburger, Namens Martin Waltzemüller (Waldseemüller), der sich nach der damaligen Sitte den gräcisirten Namen Hylacomylus oder Ilacomylus, auch Ylacomylus beigelegt hatte, und von dem Humboldt glaubt, daß er am Gym-

1) Peschel, a. a. O. 409.

2) Humboldt leitet (II. 324) den Namen von Amalrich ab, welcher Name durch die Longobarden nach Italien kam.

naſium zu St. Dié in Lothringen Geographie lehrte, im Jahre 1507 vorgeſchlagen. Sein Werk: Cosmographiae Introductio cum quibusdam Geometriae ac Astronomiae principiis ad eam rem necessariis. Insuper quatuor Americi Vespucii navigationes. Ex Sancti Deodati Oppido 1507 fand eine ſehr große Verbreitung und erlebte mehrere Auflagen. Hylacomylus errichtete kurz vor 1507 in St. Dié eine Buchhandlung und beſchäftigte ſich gleichzeitig mit der kritiſchen Unterſuchung einer griechiſchen Handſchrift des Ptolemäus und mit der Herausgabe der 4 Reiſen des Vespucci.

„Um den Zuſammenhang dieſer Beſchäftigungen und die Beziehungen zu verſtehen," ſagt Humboldt[1], „in denen ſie zu dem wachſenden Ruhme des Florentiner Seefahrers ſtanden, muß man ſich daran erinnern, daß Lothringen während der Regierung Renatus II., Enkels von René I. d'Anjoule Bon, der Mittelpunkt äußerſt wichtiger geographiſcher Arbeiten war. René II. führte die Titel eines Königs von Jeruſalem und Sicilien, Herzogs von Lothringen, und Grafen von Provence; aber in Wirklichkeit beſaß er nur Lothringen, welches er von ſeiner Mutter Yolanda, Gemahlin des Grafen Friedrich von Vaudemont ererbt hatte. Während der 35 Jahre ſeiner Regierung, beſonders ſeitdem der Fall Karls des Kühnen ſeinem Lande Ruhe gewährte, beſchützte er die Gelehrten und begünſtigte aufmunternd geographiſche Forſchungen, und da er in der Zeit der großen Entdeckungen zur See lebte, ſo fand er ohne Unterlaß Gegenſtände, mit denen er ſeine thätige Neugier zu nähren vermochte. Vespucci ſtand mit ihm in Briefwechſel und wir erſehen aus der Kosmographie des Hylacomylus ſelbſt, daß er dem König René die Berichte über ſeine 4 Reiſen widmete. Der Freigebigkeit des Herzogs von Lothringen verdankt man eine der berühmteſten Ausgaben des Ptolemäus, nämlich die Straßburger vom Jahre 1513. Die alte und neue Geographie waren damals eng verbunden. Gleichwie man in unſern Tagen vielleicht zum Nachtheile der Wiſſenſchaft geraume Zeit hindurch die neuen Entdeckungen auf dem Gebiete der Naturgeſchichte dem Systema naturae des Linné hinzufügte, ſo wurden ſeit 1486 den Ausgaben des Ptolemäus Karten vom neueren Europa beigegeben, und ſeit dem Jahre 1508 Karten von Amerika. Dies war für die neu erfundenen Künſte der Buchdruckerei und Kupferſtecherei ein willkommenes Mittel, zu gleicher Zeit dem Geſchmacke der Gelehrten und den Wünſchen der Neugierigen und Liebhaber zu genügen; auch war dies

1) Krit. Unterſ. II. 363.

einer der Beweggründe, die Ausgaben der Geographie des Ptolemäus zu vervielfältigen, so daß mehr als 20 innerhalb des Zeitraumes von 1475—1552 erschienen, bisweilen sogar mehrere in Einem Jahre. Man fügte dem Ptolemäus kleine kosmographische Abhandlungen bei, und Alles, was den Alten unbekannt war, wurde unter der unbestimmten Benennung: regiones extra Ptolemaeum zusammengefaßt."

In II. 371 des Humboldt'schen Werkes finden wir: „Der Ptolemäus vom Jahre 1522, bearbeitet von einem zu Metz ansässigen Gelehrten mit Karten von der Hand des Geographen von St. Dié ausgestattet, kann mit demselben Rechte wie der Ptolemäus vom Jahre 1513 als eine Arbeit betrachtet werden, welche Lothringen zu verdanken ist. Der Herausgeber der 4 Briefe des Vespucci, Hylacomylus, verwechselte den Florentiner Seefahrer mit dem Genueser, gleichwie in unsern Tagen viele Personen, welche sich für die Entdeckungen einer nordwestlichen Durchfahrt interessiren, die berühmten Namen Parry und Roß zu verwechseln pflegen. Vespucci, dessen Ruhm durch eine so bedeutende Anzahl von Werken verherrlicht wird, verdunkelte seit dem Erscheinen seiner dritten Reise, welche mit den Abbildungen der südlichen Sternbilder geziert war, auf geraume Zeit den Ruf des Christoph Columbus. Dieselbe Ausgabe des Ptolemäus vom Jahre 1522, die erste, welche den Namen Amerika auf einer ihrer Karten darbietet, gewährt den überzeugendsten Beweis von diesem Uebergewicht, dessen Veranlassung weder in Ränken, noch in boshafter Scheelsucht, sondern in einem natürlichen Zusammentreffen von Umständen, die ich im Vorhergehenden übersichtlich darzustellen bemüht gewesen bin, aufzusuchen ist. Kein Wort findet sich über Christoph Columbus in der Vorrede von Thomas Aucuparius, wohl aber eine übertriebene Lobrede auf Vespucci: Non inferiori commendatione digni sunt, qui post Ptholomeum incredibili ingenii indagine ad novas terrarum et insularum lustrationes pervenerunt. Quorum omnium imprimis et non vulgari celebrandus est honore Americus ille Vesputius, Americae terrae, quam hodie Americam, Novum Mundum vel Quartam Mundi partem vocant, aliarumque novarum adjacentium vicinarumque insularum egregius et nobilissimus inventor, visitator et primus hospes. Mit dieser hochtrabenden Lobrede stehen andere Theile des Textes und der Karten in dem allersonderbarsten Widerspruche. Mit der Welttafel, welche die Benennung primus inventor et hospes darbietet, ist eine aus der Ausgabe vom Jahre 1513 wiederholte Karte verbunden, auf welcher man in der Mitte von Südamerika mit großen Buchstaben die folgenden Worte liest: Haec terra cum

adjacentibus insulis inventa est per Columbum Januensem ex mandato regis Castellae.“ [1]

Nachdem wir gesehen haben, daß Humboldt gezeigt hat, wie der Name von Amerika eigentlich nur durch Verwechslung des Entdeckers mit demjenigen, dessen Schrift am meisten bekannt wurde, entstanden ist, wollen wir auf seinen Beweis, daß Vespucci an diesem Irrthum durchaus schuldlos sei, übergehen. Wir können uns darauf beschränken, daß Humboldt nachwies, daß Vespucci sowohl mit Columbus selbst, als auch mit dessen Sohne Don Hernando, dem Geschichtschreiber seines Vaters, stets im besten Einvernehmen gestanden sei, und daß es diesen nie eingefallen ist, den Amerigo einer Betrügerei zu beschuldigen. Humboldt sagt (II. 357): „Wir wissen aus dem letzten Briefe des Columbus, welcher auf uns gekommen, daß 14 Monate vor seinem Tode, am Schlusse des Februar 1505, Vespucci und Columbus noch in den engsten freundschaftlichen Verhältnissen standen.“ In dem in dem Ghillany'schen Werke über Behaim befindlichen Aufsatze bespricht Humboldt die Anschuldigung, mit der der Bischof Las Casas gegen Amerigo auftrat, wonach dieser die Entdeckung Amerikas fälschlich sich zugeschrieben hätte, und sagt (S. 7): „Kritischer und nicht ewig verwechselnd, was Andere dem Amerigo zuschreiben, verfuhr des Columbus Sohn, Don Hernando, der sich doch überall sonst so eifersüchtig auf den Ruhm seines Vaters zeigt. Auffallend genug ist es, daß jener Mangel aller Anschuldigung des Amerigo im Munde des Don Hernando Colon dem eifernden Bischof selbst unerklärlich scheint und daß dieser Umstand ihn doch nicht in seinem Irrthum wankend macht. Ich finde Lib. I. cap. 164 pag. 828 die merkwürdige Stelle: „Amerigo glaubte um so leichter zu betrügen, als er in lateini-

---

1) Hylacomylus und seine Nachfolger mögen einen Unterschied zwischen der Entdeckung des Festlandes und der Inseln von Amerika gemacht haben, eine Unterscheidung, der man noch heutzutage mitunter begegnet. Allein auch hier gebührt der Ruhm dem Columbus, der die Entdeckung 1498 machte, wenn man die Reise, deren Geschichtschreiber (nicht Anführer) Vespucci war (s. oben S. 379.) auf 1499 setzt; doch sagt Humboldt ganz richtig (II. 315), daß es ganz gleichgültig sei, wer zuerst das Cap Paria gesehen habe, denn die Entdeckung gehöre demjenigen, der auch nur den kleinsten Theil Landes zuerst gesehen habe.

Uebrigens steht der im Texte angegebene Satz: Haec terra etc. in der Ausgabe des Straßburger Ptolemäus von 1513 (Humboldt, Atlas géogr. et phys. No. 37) als Bemerkung innerhalb der Umrisse des südamerikanischen Continents.

scher Sprache (was, wie ich oben bewiesen, ganz falsch ist (H.[1])) und weit außerhalb Spanien an den König Renatus von Napolis schrieb, wo Niemand war, der ihm widersprechen konnte. Um so mehr setzt es mich in Erstaunen, daß Hernando Colon, Sohn des Admirals, der doch ein Mann von so gutem Verstande und vieler Bedachtsamkeit war, und der, wie ich bestimmt weiß, die oft genannten (vier) Navegaciones des Amerigo selbst besaß, nichts von dem Diebstahl und der Usurpation, welche Amerigo Vespucci gegen seinen erlauchten Vater begangen, gemerkt hat." Ebenso verwundert hätte der Bischof über das Stillschweigen des Petrus Martyr de Anghiera sein können, eines innigen Verehrers und persönlichen Freundes von Christoph Columbus, dessen Oceanica 24 Jahre früher (1533) erschienen, als der Bischof sein amerikanisches Geschichtswerk vollendete. Petrus Martyr, der so streng die Anmaßungen von Cadamosto rügt, spricht nur mit Lob von Amerigo Vespucci und von dessen Neffen."

Aus dem Vorstehenden läßt sich entnehmen, daß Vespucci mit Grund einer Betrügerei nicht beschuldigt werden kann. Auch Peschel[2], obwohl er annimmt, daß ein literarischer Betrug stattgefunden habe, gibt zu, daß man sich wohl hüten müsse, gegen Vespucci ein entehrendes Urtheil zu fällen.

Die Resultate der Untersuchungen, welche sich in der Abhandlung in Ghillany's Werke finden, hat Humboldt selbst (S. 11) auf die Beantwortung nachstehender Fragen reducirt:

1) Welches ist die älteste Karte von Amerika unter den gezeichneten?

2) Wann und durch wen ist vorgeschlagen worden, dem Neuen Welttheil den Namen Amerika zu geben?

3) Welches ist die älteste gestochene Karte des Neuen Welttheils ohne den Namen Amerika?

4) In welchem Jahre ist zuerst eine Karte mit dem Namen Amerika erschienen?

Er beantwortet die Fragen in folgender Weise:

ad 1. Die älteste Karte des Neuen Welttheils, die bisher unter den gezeichneten Karten aufgefunden wurde, ist die des Juan de la Cosa von 1500, die ich im Jahre 1832 erkannt und theilweise zuerst edirt

1) Der Urtext ist italiänisch. (S. o. S. 379.)
2) A. a. O. 408.

habe.[1] Bis 1832 wurden für die ältesten Karten von Amerika gehalten zwei in der vortrefflichen Militärbibliothek zu Weimar aufbewahrte Welttafeln von 1527 und 1529. Die letztere, ein Werk des großen Kosmographen Diego Ribero, ist im Jahre 1795 von Sprengel und Güssefeld publicirt worden.

ad 2. Der Vorschlag, dem Neuen Welttheil den Namen Amerika zu geben, ist von Martin Waltzeemüller (Hylacomylus) aus Freiburg im Breisgau gebürtig, Lehrer der Geographie am Gymnasium zu St. Dié in Lothringen, 1507 ausgegangen, ganz ohne Theilnahme und Wissen des Amerigo Vespucci. Der Vorschlag ist enthalten in der ersten anonymen, dem Kaiser Maximilian Namens des Gymnasium Vosagense zu St. Dié gewidmeten Ausgabe des Werkes: Cosmographiae Introductio cum quibusdam Geometriae ac Astronomiae principiis ad eam rem necessariis. Insuper quatuor Americi Vespucii Navigationes. Am Ende liest man: Finitum VII. Kal. Maji anno supra sesquimillesimum VII.

ad. 3. Die erste gestochene Karte von einem Theile des Neuen Continents, aber ohne den Namen Amerika, ist die von Ruysch gezeichnete und der Römischen Ausgabe des Ptolemäus von 1508 (correcta a Marco Benevenutano et Joanne Cotta) angehängte Weltkarte.

ad 4. Die erste gestochene Karte des Neuen Welttheils mit dem Namen Amerika ist die Weltkarte des Petrus Apianus 1520, welche der Camers'schen Ausgabe des Solinus von 1522 beigegeben ist. Auch auf dem merkwürdigen Globus, den in demselben Jahre 1520 (mit pecuniärer Unterstützung seines Freundes Johann Seyler's) zu Bamberg Johann Schöner zeichnete, und der gegenwärtig in der Nürnberger Stadtbibliothek aufgestellt ist, liest man die Benennung Amerika. Unter allen Ausgaben der Geographie des Ptolemäus ist, wie schon der Baron Walckenaer bemerkt hat, die Straßburger Ausgabe von Laurentius Phrisius im Jahre 1522 edirt, die erste, welche auf dem Orbis typus universalis juxta hydrographorum traditionem den Namen Amerika enthält. Es ist überaus merkwürdig, daß diese Ausgabe von 1522 auch diejenige ist, in welcher (Liber VIII. cap. 2) der Martinus Hylacomylus (Waldseemüller) jam pie defunctus als Zeichner und Bearbeiter eines großen Theiles der zu dieser Ausgabe gehörigen Karten

1) Eine Copie dieser Karte findet sich im Atlas géogr. et phys. No. 33; auch in Ghillany's Werke.

genannt wird. Laurentius Phrisius, zu Colmar geboren, war im Dienst des Herzogs von Lothringen und lebte zu Metz, also St. Dié nahe. Er konnte sich schon dieser Nähe wegen nicht zuschreiben, was dem Hylacomylus gehörte. Er sagt deshalb mit großer Freimüthigkeit in der oben bezeichneten Stelle der Ausgabe von 1522: Et ne nobis decor alterius elationem inferre videatur, has tabulas a Martino Ilacomylo pie defuncto constructas et in minorem quam prius unquam fuere formam redactas esse notificamus. Huic igitur et non nobis, si bonae sunt, pacem et custodiam in caelesti Ierarchia ... Caetera vero quae sequuntur nos perfecisse scias. Man kann also mit großer Sicherheit annehmen, daß der deutsche, aber in Lothringen lebende Gelehrte, der die Benennung Amerika zuerst vorschlug, dieselbe auch in eine Karte des Ptolemäus von 1522 (2 Jahre nach der des Apianus im Solinus von Camers) eingetragen habe.

Den vorstehenden Forschungen über die Geschichte der Geographie, in denen es sich zunächst um Amerika handelt, hat Humboldt noch weitere über Asien beigesellt, die sich in der Asie centrale befinden. Zwar begegnet man in den ersten beiden Bänden dieses Werkes allenthalben historischen Notizen über die einzelnen in Rede stehenden Gebiete; doch sind es besonders zwei Stellen, in denen sie sich zu größeren Abhandlungen gruppiren. Die eine dieser Stellen ist Bd. 1. S. 101—164. Man findet dort eine Besprechung derjenigen Gebiete, die auf den neueren Karten mit den Namen Turkestan, Persien und Afghanistan belegt werden, ohne jedoch dabei Abstecher nach Indien, Westchina oder rückwärts nach Kleinasien zu vermeiden. In jener Gegend zwischen dem caspischen Meere und Indien haben seit alter Zeit die verschiedensten Völker ihre Straße gehabt, dort ging der Weg der Heere von Alexander dem Großen bis in die neuen Zeiten. In den Werken der Geographen des Alterthums bis zur Jetztzeit gibt es nun eine große Anzahl von Stellen, die sich auf jene Länder beziehen; der Eine dachte sich dieses oder jenes Gebirge an dieser oder jener Stelle, und gab ihm die eine Richtung, während ein Anderer beides änderte; ein und derselbe Name wurde verschiedenen Gegenständen angehängt, dagegen bekam dasselbe Object gelegentlich verschiedene Namen, die mitunter nur so lange von einander abweichen, als man ihre Abstammung nicht kennt, während sie bei genauerer Untersuchung nur Uebertragungen derselben Bezeichnung in eine andere Sprache sind.

Alle diese Verhältnisse hat Humboldt untersucht, und gerade solche Gelegenheiten sind es, in denen sich der Reichthum seiner Sprachkenntnisse,

sowie seine Erfahrungen in der alten und neuen Literatur verbunden mit hohem kritischen Scharfsinne auf's glänzendste bewährten. Solche Arbeiten eignen sich jedoch nicht dazu, eine gedrängte Uebersicht geben zu lassen, mir wenigstens ist dieses nicht gelungen.

Eine zweite historische Abhandlung befindet sich im 2. Bande S. 137—298; sie bespricht die nördlich von der vorigen gelegene aralo-caspische Gegend. Auch hier gibt es wieder eine große Anzahl von Quellen zu vergleichen; aber während im Süden kein Grund zur Annahme vorhanden ist, als habe sich in den historischen Zeiten im Relief des Bodens eine wesentliche Aenderung zugetragen, ist etwas Derartiges im Norden wirklich erfolgt. So haben sich im caspischen Meere Inseln erhoben, während andere sich langsam senkten und alte Bauwerke an der Küste der Halbinsel von Baku, die in neuerer Zeit mit Sorgfalt untersucht worden sind, deuten auf Oscillationen des ganzen Bodens, sei er von Wasser bedeckt oder nicht, hin. Die Gegend von Chiwa ist häufig Erdbeben ausgesetzt, und Humboldt[1] ist geneigt, der Ansicht Meyendorf's beizustimmen, daß vor 500 Jahren ein Erdbeben den Lauf des Amu (Oxus) in Unordnung gebracht habe. Humboldt hat auch diese Reliefänderungen in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen und kommt dabei zu dem Schlusse, daß, während in den vorhistorischen Zeiten die ganze aralo-caspische Niederung mit dem Eismeere zusammenhing, zur Zeit des Hecatäus und des Herodot, sowie des macedonischen Zuges der heutige Aralsee eine abnorme Erweiterung des Oxus bildete, der in den nunmehr trocken liegenden scythischen Golf, einen östlichen Ausläufer des caspischen Sees, mündete. In späterer Zeit trennte sich der Oxus durch Bifurcation in zwei Arme, von denen der eine in den Aralsee, der andere in den Caspisee ging, und das Bett dieses letzteren Armes finden die Reisenden der neueren Zeit (seit dem 16. Jahrhundert) trocken; der Oxus geht jetzt ganz in den Aral, und es ist daher eine Trennung jener Gegend in zwei Wassersysteme erfolgt.

Die geographisch-historischen Arbeiten zeigen die ungewöhnliche Belesenheit Humboldt's, sie zeigen seine Bekanntschaft mit der Literatur der Geographie von der ältesten bis zu unserer Zeit. Seine Schriften über die Entwicklung der geographischen Kenntnisse von Amerika und von Asien sind Anwendungen dieser seiner Kenntnisse auf specielle Länder; eine weitere Anwendung aber hier nicht auf diese oder jene Gegend, sondern zur Entwicklung des Ganges, wie die Menschheit nach und nach dazu gelangt ist, die

1) Asie centrale II. 285.

Form der Erde, Vertheilung des Festen und Flüssigen zu überblicken, finden wir im zweiten Bande des Kosmos, dessen größere Hälfte auch eine Geschichte der geographischen Kenntnisse genannt werden könnte.

Geologie.

Im vorigen Abschnitte habe ich gezeigt, in welcher Weise die Uebereinanderlagerung der Sedimentgesteine benutzt werden kann, um das relative Alter der einzelnen Schichten festzustellen, und habe darauf hingewiesen, in welcher Weise Humboldt dazu beigetragen habe, die Frage, wie die einzelnen Formationen auf einander folgten, zu beantworten. Auf diese Grundlage stützt sich eine der glücklichsten Ideen, welche die Geologie bereichert haben, und die in den Beginn unseres dritten Abschnittes fällt. Diese Idee ist das Mittel, auf welches Elie de Beaumont[1] verfiel, um das relative Alter nicht der Schichten, sondern der Gebirgszüge zu bestimmen.

Die Theorie Elie de Beaumont's setzt die Reihenfolge der einzelnen Schichten, d. h. ihre Uebereinanderlagerung, als bekannt voraus, und benutzt außerdem ein neues Bestimmungsmittel, die Neigung der Schichten, von der bereits oben (S. 240) gesprochen wurde. Als Grundlage gilt der Satz, daß jede Schichte sich horizontal niedergeschlagen habe, und daher, wenn die Beobachtung eine geneigte Schichte zeigt, die Ursache dieser Neigung erst später gewirkt haben könne. Die Veranlassung, daß eine Schichte geneigt sein kann, ist eine örtliche Erhebung derselben. Liegt z. B. irgend eine Schichte horizontal und es wirkt von unten her ein hinlänglich starker Druck, so wird im Allgemeinen die Folge sein, daß die Schichte zerreißt und eine Spalte zum Vorschein kommt. Dort steigt nun das, was, sei es mittelbar oder unmittelbar, gedrückt hat, hervor und die auseinander gerissenen Theile der Schichte werden sich zu dessen beiden Seiten anlagern, sie werden aber da am höchsten sein, wo sie geschoben worden sind, und dort, wo kein Druck mehr stattfand, ihr altes Niveau haben; sie müssen daher geneigt sein. Auf diese Weise entstehen die Gebirge, die Richtung der Spalte ist die der Kette, das, was die Spalte füllt, ist, wie die Beobachtung zeigt, krystallinisches Gestein, zu dessen beiden Seiten sich die Schichten, welche ihre Köpfe gegen die Spalte neigen, in der Weise aneinander reihen, daß die vorher

1) Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1830. Als Auszug eines Schreibens des Verfassers an A. v. Humboldt, Pogg. Ann. XVIII. 1830.

obersten nunmehr die äußersten, d. i. von dem krystallinischen Gesteine entferntesten werden. Es entsteht diejenige Form, welche bereits oben (S. 241) beschrieben wurde, und bei Gebirgen die Norm ist. Wenn nun eine Schichte bei der Hebung eines Gebirges eine Neigung erhalten soll, so muß sie offenbar vorher da sein; sie ist also, wenn man sie irgendwo an einem Gebirge geneigt beobachtet, *älter* als das Gebirge, und letzteres ist *jünger*, als die jüngste der von ihm gehobenen Schichten. Auf der von der Spalte, dem nunmehrigen Gebirgskamme, abgewendeten Seite kann nach der letzten geneigten Schichte A eine nicht geneigte, also horizontale, B beobachtet werden. In diesem Falle läßt sich der Zeitpunkt der Hebung noch genauer bestimmen, denn er ist nun nach der Bildung von A und vor der von B zu setzen, und ein Gebirge, das auch B gehoben hat, muß jünger sein, als das vorhergehende. Kurz, je mehr Schichten gehoben sind, um so später ist die Hebung erfolgt.

Zu der Abhandlung von *Elie de Beaumont* hat *Arago*[1] einen Commentar veröffentlicht und dabei der Altersfolge nach folgende vier Formationen unterschieden: Der Oolithen- oder Jurakalk, die Formation von Grünsand und Kreide, die Tertiärgebilde, das ältere aufgeschwemmte Land. „Von den vier Flötzgebirgen, die wir unterschieden haben," sagt er, „erstrecken sich drei, und zwar die obersten, der Erdoberfläche zunächst liegenden, bis zum Fuße der Gebirge von Sachsen, der Cote d'Or und von Forez; nur ein einziges, der Jurakalk, zeigt sich aufgerichtet. Mithin sind das Erzgebirge, die Cote d'Or und der Mont Pilas in Forez *nach* der Bildung des Jurakalks und *vor* der Bildung der drei übrigen Flötzgebirge aus der Erde hervorgetreten. An dem Abhange der Pyrenäen und der Apenninen finden sich zwei Gebirgsarten aufgerichtet, nämlich der Jurakalk und die Formation des Grünsands und der Kreide; die Tertiärformation und das aufgeschwemmte Land, welche darauf liegen, haben ihre ursprüngliche Horizontalität behalten. Die Pyrenäen und Apenninen sind also *jünger* als die beiden durch sie gehobenen Gebirgsarten, der Jurakalk und Grünsand, dagegen *älter* als die Tertiärformation und das aufgeschwemmte Land." Auf gleiche Weise zeigt *Arago*, daß die Alpen sich *nach* der Tertiärformation und *vor* dem aufgeschwemmten Lande gehoben haben, der Ventoux dagegen noch *nach* diesem letzteren.

Auf Grund des Satzes, daß die Anwesenheit einer Schichte, welche Petrefacten von im Meere lebenden Geschöpfen enthält, darauf hinweist,

1) Annuaire 1830. Pogg. Ann. XVIII. 1830.

daß an der Stelle, an der sie sich befindet, zur Zeit ihrer Bildung ein Meer gewesen sein müsse, daß aber ihr Fehlen Land andeute u. s. w., kam Elie de Beaumont nach und nach darauf, für die jeweilige Vertheilung von Land und Wasser in den verschiedenen Perioden unseres Planeten Karten zu entwerfen. Man findet diese Karten in Vogt's Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde, das nach der Geologie von Elie de Beaumont bearbeitet ist.

Schon Werner hatte erkannt, daß in einem und demselben Districte alle Erzgänge, welche gleiche Zusammensetzung haben, auch in paralleler Richtung streichen, und daraus geschlossen, daß diese parallelen Gänge Spalten seien, die sich zu derselben Zeit geöffnet und gefüllt hätten, und daß man demnach in einem Erzdistricte ebensoviel verschiedene Epochen der Gangbildung unterscheiden könne, als verschiedene Streichungslinien der Gänge vorhanden seien.

Da die Bergketten im Großen ebenfalls Risse der Erdrinde sind, durch welche sich die hebenden Gesteinsmassen nach der Oberfläche hin Bahn brachen, so läßt sich schließen, daß der Parallelismus[1] dieser größeren Spalten ebenfalls auf eine Gleichzeitigkeit der Entstehung hindeute, während eine abweichende Richtung auch die Ungleichzeitigkeit der Hebung nachweisen dürfte.

Auf Grund dieser Schlüsse kam Elie de Beaumont auf ein weiteres, zur Altersbestimmung der Erhebungen führendes Kriterium, auf den Parallelismus der Richtungen. Zu diesem Zwecke spannte er auf einem Globus einen Faden in einer einem Gebirge parallel laufenden Richtung und suchte dazu die andern Parallelspalten. Er fand z. B. daß, wenn man einen Faden vom Nordcap bis zum Cap-Blanc in Marocco spannt und diesen über das atlantische Meer bis zur Höhe von Montevideo verlängert, dieser Faden parallel ist den Cordilleren von Brasilien und Norwegen, ebenso wie der Hauptlinie der spanischen Küste vom Cap de Gates bis zum Cap de Creus und der Streichungslinie der westlichen Alpen von Marseille bis Zürich, und hieraus schloß er auf die Gleichzeitigkeit der Hebung aller dieser Gebilde.

In Europa sind bisher etwa 20 solcher Hebungsrichtungen beobachtet

---

1) Streng mathematisch genommen, ist ein Parallelismus der Gebirgsketten wegen der Kugelgestalt der Erde nicht möglich; die Erde müßte eine Tafel sein. Wenn jedoch die Verlängerungen zweier Bergketten sich an zwei einander diametral gegenüberstehenden Punkten schneiden würden, und wenn beide von den Schnittpunkten, durch die blos ihre Verlängerungen führen, weit entfernt sind, kann man sie als einander parallel betrachten, und dieses ist der Parallelismus im Sinne Beaumont's. So kann man z. B. zwei Meridiankreisstücke, die in der Gegend des Aequators sind, als parallel annehmen.

worden, und der vorstehenden Theorie zufolge sind eben so viele Hebungen, also eben so vielerlei Alter der europäischen Gebirge und Länder zu unterscheiden.

Fragen wir nach der Tragweite, welche den beiden angeführten Kriterien Beaumont's zur Bestimmung des Alters eines Gebirges zuzuschreiben sei, so ergibt sich auf den ersten Blick, daß diese Altersbestimmung vermittelst der Gebirgsrichtung darum leichter zu bewerkstelligen ist, weil man diese schneller finden kann, als die Schichtenneigungen beobachtet sind. Es können auch an der einen Kette ein Paar anlagernde Schichten fehlen, die an der correspondirenden Kette vorhanden sind, und die Hebungszeit genauer feststellen. Nichtsdestoweniger hat die Bestimmung nach der Schichtenstellung den Vortheil, daß man das, was man durch sie erfährt, sicher weiß, was von der Bestimmung durch den Parallelismus nicht gesagt werden kann. Wie bei dem Menschen eine Narbe, die Stelle einer ehemaligen Hautwunde, leicht wieder aufbricht, so bekommen auch die durch Hebungsgebirge ausgefüllten Spalten, diese Narben der Erdkruste, leicht neue Risse, und es können daher verschieden alte Gebirge gleiche Richtung haben. So zeigt Vogt[1], daß die wenigen Grade Unterschied, welche zwischen den Systemen der Niederlande und der Tatra, des Longmynd und der Westalpen, des Tenare und der Vendee sind, mehr auf der Art der Bestimmung, als auf wirklicher Kreuzung beruhen, obwohl die drei Systeme ganz verschiedenaltrig sind. Da die neueren Hebungen immer mehr alte Risse treffen mußten, so konnte bei ihnen ein Riß in seiner Fortsetzung in einen andern treffen und nach dessen Richtung fortlaufen, und darum läßt sich auch bei den jüngeren Gebirgen der Parallelismus weniger gut verfolgen, als bei den ältern, was natürlich auch wieder die Altersbestimmung unsicher macht.

Von der vorstehenden Methode Elie de Beaumont's, das relative Alter zu bestimmen, sehen wir schon in den 1831, also ein Jahr später, erschienenen Fragmens asiatiques Anwendungen, welche Humboldt zur Bestimmung der von ihm beobachteten Gebirge machte. So sagt er:[2] „Zeugen von Erhebungen und Marksteine für das relative Alter der Gebirge, die ich bei Cundinamarca in den Andes der neuen Welt gesehen habe, sind jene mächtigen Sandsteinbildungen, die sich von den Ebenen des Magdalena und des Meta fast ohne Unterbrechung auf Hochebenen von 14—1600 Toisen erheben, sind die mit gold-, diamant- und platinreichen Lagen in Beziehung stehenden Knochen von vorsündfluthlichen Thieren (so berühmt in den Nie-

1) Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. 2. Aufl. II. 345.
2) Fragmens as. I. 10.

derungen der Kama und des Irtysch) auf dem Rücken der Kette des Ural, und den Höhen von Berezowsk und Jekaterinburg."

Auf diesen Gegenstand kommt Humboldt später[1] nochmals zurück, indem er sagt: „Die Höhe der Uralkette ist so wenig beträchtlich, wenn man sie mit den hohen Bergen vergleicht, welche die Elephanten heutzutage, wie z. B. nach den Beobachtungen von Rüppel in Abyssinien, überschreiten, daß keine Rücksicht wegen des Klima's der Annahme entgegengesetzt werden könnte, daß die auf dem Ural gefundenen Knochen von Dickhäutern[2] herrührten, welche von der asiatischen Seite auf die europäische hinübergingen. Doch scheinen sie mehr an die allgemeine Erscheinung der Ablagerungen geknüpft zu sein, die man in den Ebenen findet, und die auf heftige Zerstörungen hindeuten, welchen die Uralfelsen ausgesetzt waren. Im Osten des Thales des Irtysch und seiner Nebenflüsse und westlich vom Thale der Kama zeigen die Ablagerungen ungeheure Niederlagen von Dickhäuterknochen, die durch fließendes Wasser zusammengeschwemmt wurden. Auf dem Rücken der weiten Meridiankette, welche die Gebiete des Irtysch und der Kama scheidet, findet man Stellen derselben Knochenablagerungen, und diese sind gemengt mit Sand, in welchem sich Goldkörner, Platin und noch mit ihren Kanten versehene Bruchstücke der nahen Felsen befinden. Es wird daraus sehr wahrscheinlich, daß durch das Aufdringen der ganzen Uralkette ein Theil der Diluvialgebilde, die einst Asien und Europa verbanden, zu einer Höhe von 900—1200 Fuß über den Ocean erhoben wurde. Ich glaube sogar, daß die Erhebung des Ural später ist, als die Abwärtsbewegung der caspischen Gegenden, daß sie später erfolgte, als die Entstehung der quaternären Formation von Kalk, die mit Cardium edule bewachsen, den Aralsee, die Küste von Baku, Tarki, Derbend und Tukkaragan umgibt. Der Ust-Urt, der den Ausläufer des Ural bildet, paßt so gut zum übrigen Theile der Meridionalkette, daß es bei seiner geringen Höhe wenig wahrscheinlich wäre daß eine Erhebung sich auf der Landenge erhalten hätte, wenn der Ural älter wäre, als das große Ereigniß des Untersinkens des Bodens in dem westlichen Theile von Inneraſien." [3]

---

1) Asie centrale II. 506.

2) Dickhäuter sind diejenige Ordnung der Säugethiere, welcher das Schwein, der Elephant, das Nashorn, Flußpferd u. s. w. angehören. In der Vorwelt waren sie weitaus stärker vertreten, als jetzt, wo sie eher durch die Wiederkäuer ersetzt sind.

3) Auch E. de Beaumont ist (Asie centr. III. 546) nicht abgeneigt, im Ural eine sehr späte Erhebung anzunehmen.

Humboldt hat, wie Vorstehendes zeigt, aus der Erhebung in einer sehr späten, also uns sehr nahen, wenngleich vorhistorischen Zeit, das relative Alter des Ural bestimmt; er hat aber auch den Satz vom Parallelismus auf diejenigen Gegenden angewendet, die selbst zu besuchen ihm nicht vergönnt war. So finden wir folgende Sätze:[1] „Betrachtet man den alten Continent mit Rücksicht auf seine allgemeinen Höhenverhältnisse, so findet man einen gebirgigen Theil, dessen gegenwärtiges Relief jünger ist, als die allgemeine Erhebung, die Bildung der Hochebenen, wenn man die große Masse, die sich fast ununterbrochen zwischen 8° und 54° n. B. ausdehnt, zusammenfaßt. Diese Richtung von Südwest nach Nordost zeigt sich nicht nur in den Umrissen und der Gestalt von ganz Europa; sie wiederholt sich auch sehr häufig in den Bergsystemen und dem Streichen der europäischen Felsen. Das Innere von Asien ist unzweifelhaft unter demselben Einflusse gestanden, dieses ist sogar hier in noch größerem Maße der Fall gewesen. Verfolgt man die Nordgränze des allgemeinen Reliefs der asiatischen Gebirge, so sieht man, daß dasselbe in dem Maße gegen Norden sich mehr ausdehnt, als man östlich vorwärts geht. Bereits anderwärts habe ich darauf aufmerksam gemacht, daß die mächtige Anschwellung des Continents unter der Form von Hochebenen, die sich von Persien bis in die mongolische Gobi ausdehnen, einer nach N. 60° O. gerichteten Axe folgt. Diese Richtung deutet auf eine der ältesten Revolutionen, welche die Decke der Continente erlitten hat, hin; sie zeigt sich auch in Systemen (Westmoreland und Hundsrück) von Erhebungen der Schichten, denen Elie de Beaumont den ersten Rang anweist, weil sie vor allen anderen die Trilobiten, Productus und Spiriferen enthaltenden Uebergangsgebirge gehoben hat."

Wie man sieht, erklärt Humboldt die Erhebung der Hauptmasse des europäisch-asiatischen Continents für eine sehr alte und bringt sie vermöge des Parallelismus der Richtungen in Verbindung mit den ältesten Erhebungen Europa's. Wiederholt macht er in der Asie centrale darauf aufmerksam, daß sich zuerst die Flächen erhoben haben, und dann erst die Gebirge darauf. Ist die Erhebung von Asien wirklich so alt, so hat dieser Welttheil seit jener Zeit aus dem Meere herausgeragt und es ist daher nicht möglich, daß daselbst jüngere Meeresbildungen vorkommen. Es wäre jedoch hier auch möglich, daß bei der Erhebung des jetzigen Continentes ein alter Riß, der allerdings dagewesen sein kann, wieder aufgesprungen ist. Jedenfalls ist es etwas schwierig, anzunehmen, daß eine Bergkette, wie wir sie im Himalaya sehen, ohne alle

1) Asie centrale I. 55.

jüngeren Bildungen wäre, welche gerade sehr vieles, wo nicht das meiste zur Größe oder wenigstens zur Mächtigkeit unsrer größeren europäischen Gebirge, wie der Alpen, beigetragen haben, während die scandinavischen Gebirge sowie der Ural sie allerdings entbehren.

Neben den Erhebungen der Gebirge hat Humboldt seine Aufmerksamkeit vorzugsweise auf den Vulcanismus und die damit verbundenen Erscheinungen gerichtet; er ist in Beziehung auf diese als eine der ersten Autoritäten zu betrachten. Seine Ansichten über den Vulcanismus finden sich in den Fragmens asiatiques (I. 1 u. ff.) und in der Asie centrale (I. 43 u. ff), und theils da es mir darum zu thun sein muß, vorzugsweise die Ansichten darzulegen, von welchen er ausging, theils auch, weil diese seine Ansichten auch gegenwärtig allgemein gültig sind, möge es mir erlaubt sein, sie hier zu wiederholen.

„Die vulcanischen Erscheinungen gehören bei dem gegenwärtigen Stande unsers Wissens nicht der Geognosie allein an; betrachtet man sie in der Gesammtheit ihrer Beziehungen, so sind sie eines der bedeutendsten Phänomene in der Physik der Erde. Die thätigen Vulcane erscheinen als das Ergebniß einer fortdauernden Verbindung des flüssigen Erdinnern mit der Atmosphäre, der Hülle der verhärteten und oxydirten Kruste unsres Planeten. Lavaströme entspringen wie intermittirende Quellen von geschmolzenen Steinen und ihre über einander gehäuften Laven scheinen unter unsern Augen im Kleinen die Bildung der krystallinischen Gesteine verschiedener Zeiten zu wiederholen. Auf dem Kamme der Cordilleren der Neuen Welt wie im Süden von Europa und im Innern von Asien zeigt sich eine innige Verbindung zwischen der chemischen Wirkung der eigentlichen Vulcane und der der Salsen. Selbst diejenigen Vulcane, welche Steine (Laven die nach dem Austritte erstarren) hervorbringen, weil ihre Gestalt und ihre Lage d. i. die geringere Höhe ihres Gipfels oder Kraters, und die geringere Mächtigkeit ihrer nicht in Plateaus eingeschlossenen Seiten den Austritt geschmolzener erdiger Massen gestatten, sind in Verbindung mit den Salsen oder Schlammvulcanen im Südamerika, Italien, in der Krim und am caspischen Meere. Letztere werfen zuerst Steinblöcke, speien Flammen und saure Dämpfe, dann in einem ruhigeren und zu beschränkt aufgefaßten Stadium bringen sie schlammigen Thon, Naphtha und irrespirable Gase (mit Kohlensäure vermengten Wasserstoff und sehr reinen Stickstoff) hervor. Die Thätigkeit der Vulcane im engern Sinne des Wortes zeigt denselben Zusammenhang zwischen bald langsamen, bald raschen Bildungen. Diese sind Lager von Gyps und wasserfreiem Steinsalz, welche Naphtha, Schwefeleisen und mitunter, wie bei Rio Huallaga östlich der Andes von Peru, beträchtliche Mengen von Bleiglanz

enthalten. Die Vulcane ſtehen in Verbindung mit Warmquellen, mit der Ablagerung von Metallen, die zu verſchiedenen Zeiten von unten nach oben gehend ſich in Gängen, Haufen, Stockwerken, oder in dem durch ſie veränderten Geſteine, das ſie durchdringen, anſammeln. Mit der vulcaniſchen Thätigkeit ſind auch die Erdbeben verbunden, deren Wirkungen nicht immer rein dynamiſch ſind, da gleichzeitig mit ihnen auch chemiſche Vorgänge, Entwicklungen von unathembaren Gaſen, Rauch und Lichterſcheinungen verbunden ſind. Hieher gehören auch die Erhebungen von Inſeln, Bergen oder Küſten, Erhebungen, die bald plötzlich erfolgen, bald ſo langſam, daß ſie erſt nach geraumer Zeit beobachtet werden können."

„Dieſer innige Zuſammenhang zwiſchen ſo vielen verſchiedenen Erſcheinungen, die Betrachtung der vulcaniſchen Thätigkeit als Wirkung des Erdinnern auf die äußere Rinde, die feſten Schichten, welche es umgeben, hat in letzter Zeit eine große Menge von geognoſtiſchen und phyſikaliſchen Problemen aufgehellt, die man für unlösbar gehalten hatte. Analogie mit genau beobachteten Thatſachen, genaue Unterſuchung von Erſcheinungen, die gegenwärtig in den verſchiedenen Theilen der Erde vorgehen, bringen uns allmählig dahin, zu ahnen (nicht indem wir jede einzelne Bedingung feſtſtellen, ſondern indem wir die Geſammtheit des Auftretens der Erſcheinung in's Auge faſſen), was in Zeiten vorgegangen iſt, die weit über die hiſtoriſchen hinausreichen. Der Vulcanismus wechſelt nach den Stadien der fortſchreitenden Abkühlung des Erdinnern, wegen der Verſchiedenheit des Aggregatzuſtandes (tropfbarflüſſigen oder feſten), in dem es ſich befindet. Dieſe Wirkung von innen nach außen iſt gegenwärtig ſehr geſchwächt; ſie iſt jetzt auf eine kleine Anzahl von Stellen beſchränkt, unterbricht ihre Thätigkeit, wechſelt weniger ihren Platz und iſt in den chemiſchen Vorgängen ſehr vereinfacht, da ſie nur rings um kleine kreisförmige Oeffnungen oder über wenig beträchtlichen Längsſpalten Felſen hervorbringt, und auf weite Strecken nur dynamiſch wirkt, indem ſie die Erdkruſte in gerader Richtung oder in Bezirken (Kreiſen gleichzeitiger Schwingungen) erſchüttert, die durch eine lange Reihe von Jahrhunderten dieſelben bleiben. In den Zeiten, welche dem Menſchengeſchlechte voraus gegangen ſind, wirkte das Erdinnere auf eine Kruſte von geringerer Mächtigkeit; damals mußte es einen Einfluß auf die Luftwärme ausüben und die *ganze* Erde für Geſchöpfe bewohnbar machen, die man jetzt für ausſchließlich tropiſch betrachtet. Seitdem in Folge der Wärmeſtrahlung und des Erkaltens der Oberfläche die Stellung unſers Planeten zu einem Centralkörper (der Sonne) maßgebend geworden iſt, beſtimmen ſich danach faſt ausſchließlich die Klimate der verſchiedenen Breiten."

„In der Urzeit war es auch, wo die elastischen Flüssigkeiten, oder die vulcanischen Kräfte, mächtiger als jetzt, sich durch die oxydirte und wenig feste Kruste des Planeten Luft machten, damals war es, wo sie diese Kruste durchbrachen und nicht nur Gänge, sondern auch Massen von unregelmäßiger Gestalt und großer Dichtigkeit (eisenhaltige Basalte, Melaphyre, Metallanhäufungen) dazwischen setzten. Diese Stoffe kamen in die Kruste, nachdem sie bereits fest geworden und ihre Abplattung geregelt war. Die Beschleunigung, welche die Pendelschwingungen an mehreren Punkten der Erde erfahren, zeigt aus diesem Grunde häufig eine größere Abplattung, als diese aus der Combination der trigonometrischen Messungen und aus der Theorie der Mondsbewegung sich ableiten läßt."

Diese Sätze dürften genügen, um zu zeigen, daß Humboldt einer der ausgesprochensten Anhänger der vulcanistischen Theorie war, und bei dem großen Ansehen, in dem seine Ansichten unter allen Naturforschern standen, war sein Einfluß auf die Fortbildung dieser Doctrin ein äußerst bedeutender. Dazu kam noch die Thätigkeit eines andern, Humboldt seit seiner Jugendzeit innigst befreundeten Mannes, Leopold's von Buch, der einer der größten Geologen aller Zeiten, wie Humboldt in der Werner'schen Schule gebildet, ursprünglich Anhänger des Neptunismus gewesen war, nach Untersuchung der Vulcane in der Auvergne aber zum Vulcanismus übertrat. Durch die Vereinigung beider Männer wurde der Vulcanismus oder Plutonismus in einer Weise zur Herrschaft erhoben, daß von Neptunismus lange Zeit hindurch fast keine Rede mehr war.

Die Vulcane hauchen sowohl während ihrer Eruptionen als auch zur Zeit ihrer sogenannten Ruhe fast fortwährend Wasserdämpfe aus. Diese Thatsache nun, sowie auch der Umstand, daß man lange Zeit keine andern Vulcane kannte, als solche, die in der Nähe des Meeres liegen, führte nun folgerecht zu der Annahme, durch einen der vielen Risse, die bei den verschiedenen Hebungen sich nicht wieder ganz schlossen, könne Wasser von außen in das Innere dringen und komme dort mit den daselbst befindlichen glühend flüssigen Massen in Berührung. Sollte dieses der Fall sein, so muß das Wasser alsbald eine sehr hohe Temperatur annehmen, welche die Siedhitze weit übersteigt, und damit das Bestreben, sich in Dampf zu verwandeln, in hohem Grade hervortreten. Wenn die Dämpfe den Weg, auf welchem sie als Wasser eingetreten sind, nicht zurückfinden, so werden sie einen andern Ausweg suchen, und bis sie ihn gefunden haben, im Innern der Erde längere oder kürzere Zeit herumkollern, und weil sie ihr Bestreben sich auszudehnen nicht aufgeben, muß dieses auf der Oberfläche als Erderschütterung oder

Erdbeben gefühlt werden; es können dabei auch die unterirdischen Geräusche vorkommen, die man bei heftigen Erdbeben so häufig wahrnimmt. Damit vereinigt sich der Umstand, daß es bei starken Erdbeben nicht selten ist, daß man die Felsen sich spalten und Wasserdämpfen den Austritt gestatten sieht. Je länger die Dämpfe sich nicht entfernen können, um so verheerender werden die Erdbeben sein. Als gewöhnlicher Austrittsort dient irgend ein Vulcan, der einen unvollkommen geschlossenen Communicationsweg zwischen der Oberfläche und dem Innern darstellt, und wenn die innern Spannungen auf diese Weise nachgelassen, so hat die Erdoberfläche wieder Ruhe. Aus diesem Grunde sieht man den Ausbruch eines Vulcans als den besten Vorboten des Aufhörens der Erdbeben an. Die Dämpfe, welche endlich im Vulcane den Weg gefunden haben, auf dem sie austreten können, werden auf dem Wege dahin noch geschmolzene Massen des Erdinnern antreffen und diese theils mitreißen, theils vor sich herschieben. Diese glühende Flüssigkeit, die Lava, tritt daher durch die Mündung des Vulcans, den Krater, heraus, wenn es ihr nicht gelingt, eine Seitenöffnung im Vulcan zu machen, erkaltet dann und erstarrt zu Stein. Wenn der Vulcan sehr hoch ist und seine Seiten so fest sind, daß sie nicht durchbrochen werden können, so kann der Fall eintreten, daß die Dämpfe nicht vermögen, die Lava, die ihnen im Wege steht, bis zum Krater empor zu heben, sie müssen sich also durch dieselbe hindurch arbeiten und weil dieses schwerer geht, so müssen auch die Erdbeben eine bedeutend erhöhte Intensität erlangen.

Diese Lehre erscheint so einfach, daß man glauben sollte, es lasse sich gar nichts dagegen einwenden, allein sie leidet an dem Fehler, daß sich doch nicht recht gut einsehen läßt, warum, wenn das Wasser an einer Stelle in das Innere gelangt und dort in Dampf verwandelt wird, der dadurch entstandene Druck sich nicht alsbald dadurch geltend macht, daß die eingesperrten Stoffe sich durch dieselbe Oeffnung wieder entfernen. Diese Oeffnungen müßten eine Einrichtung haben, wie sie als Ventile an unsern Pumpen angebracht sind, und durch welche flüssige Stoffe wohl hin, aber nicht zurück können. Eine solche Einrichtung ist doch nicht wohl annehmbar. Andererseits ist es wohl denkbar, daß die drückenden Substanzen ihren Weg nach den Vulcanen leicht finden, wenn letztere den Oeffnungen im Meere nicht sehr fern sind; allein je größer diese Distanz wird, um so schwieriger wird dieses sein. Zugegeben noch, die Dämpfe finden ihren Weg, so sollte man glauben, daß die Erschütterung in der ganze Länge dieser Straße bemerkbar wäre, so daß man aus den Erdbeben auf der Oberfläche auf die Höhlen im Innern schließen könnte. Doch dem ist nicht also. Humboldt war es,

der zunächst auf die Vulcane im Binnenlande aufmerksam machte, und also, obgleich er einer der ersten Anhänger des Vulcanismus war, die oben erwähnte Theorie des Vulcanismus schwieriger machte. Die Vulcane, von denen er spricht, erwähnt er in seiner Asie centrale; sie sind in Asien und, wenn auch nicht so weit vom Meere entfernt als die asiatischen, in Amerika. Er hat die Vulcane nicht entdeckt, aber die allgemeine Aufmerksamkeit darauf gelenkt und die vorhandenen Nachrichten darüber gesammelt.

Die vulcanischen Oeffnungen Innerasiens sind der Pe-schan, die Solfatare von Urumtsi und der Vulcan zwischen Turfan und Pidjan; sie gehören sämmtlich dem Thian-schan an. Der erstere, wahrscheinlich in 42° 25′ oder 42° 35′ der Breite gelegen, hatte wirkliche Lavaausbrüche vom Jahre 89 bis zum 7. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Er zeichnet sich dadurch aus, daß er große Mengen von Salmiak[1] aushaucht, die beträchtlicher zu sein scheinen als dieses bei den europäischen Vulcanen der Fall ist, wozu aber auch der Regenmangel und die Trockenheit in Asien beitragen mag. Die Einwohner des Landes bezahlen ihren Tribut an den Kaiser von China oft in Salmiak. Der Berg soll voll von Höhlen und Spalten sein. Im Frühling, Sommer und Herbste sind diese Oeffnungen so mit Feuer erfüllt, daß der Berg während der Nacht wie mit Tausenden von Lampen beleuchtet erscheint. Alsdann kann kein Mensch sich nähern; im Winter dagegen, wenn der Schnee das Feuer gelöscht hat, sammeln die Eingebornen den Salmiak, zu welchem Zwecke sie sich ganz nackt ausziehen. Das Salz soll sich in den Höhlen in Gestalt von Stalaktiten vorfinden, was die Einsammlung schwierig mache.

Die Solfatare von Urumtsi ist eine kreisförmige Fläche zwischen den Städten Urumtsi und Ili, welche 9—10 Meilen im Umfange hat. Von ferne erscheint sie weiß wie Schnee und aus ihrer Mitte erheben sich fortwährend Aschenwolken. Wirft man einen brennbaren Gegenstand hinein, so erhebt sich alsbald eine Flamme und in kurzer Zeit ist er zu Asche verbrannt; bei dem Hineinwerfen eines Steines sieht man sogleich einen dichten, lange dauernden schwarzen Rauch aufsteigen. Kommt ein Mensch oder ein vierfüßiges Thier aus Unvorsichtigkeit auf diesen Boden, so sinkt er nach einigen Schritten unter, wie wenn er in eine Grube fiele, und verschwindet für immer. In diesem Lande liegt im Winter der Schnee bis

1) Dieses Salz wurde früher über Armenien nach Europa gebracht. Durch Verstümmelung der Bezeichnung Sal armenicus soll das Wort Salmiak entstanden sein.

zu 10 Fuß hoch, aber auf der Solfatare bleibt niemals auch nur die geringste Spur.[1]

Der Vulcan bei Turfan ist ein isolirter Bergkegel nahe der Thian-schankette, 180 Meilen östlich vom Pe-schan. Auch hier wird Salmiak gesammelt.[2]

Auch im Kuen-lün soll, 240 Meilen vom Ocean, eine vulcanische Erscheinung vorkommen, eine Feuerhöhle in dem Hügel Chinkhiu. Humboldt erwähnt, daß Julien eine Notiz darüber in einem chinesischen Buche Yuen-tschong-ki gefunden habe.

Zu diesen Vulcanen Innerasiens kommt noch einer in der Mantschurei[3] (wahrscheinlich in 48½° Br. und 120° östl. L. v. P.), der im Jahre 1721 Schlacken und Lava auswarf, und dessen Entfernung vom Meere Humboldt zu ungefähr 105 geogr. Meilen schätzt.

Wiederholt, sowohl in den Fragmens als auch in der Asie centrale, kommt Humboldt auf die ihrer großen Oberfläche nach einzige Depression des caspischen Meeres und seiner Umgebung unter das Niveau des Meeres zurück. Es gibt zwar noch anderwärts auf der Erde Stellen, die, obwohl trockenes Land, doch niedriger liegen als das Meer; ja der Spiegel des todten Meeres ist sogar 223 Toisen[4] unter dem Niveau des Mittelmeeres, während der Spiegel des caspischen Meeres nur 12,7 Toisen[5] niedriger liegt als der des schwarzen; aber in solcher Ausdehnung wiederholt sich dieses Phänomen nicht wieder auf der Erde. Dieses Becken ist bei Tobolsk nur durch eine geringe Erhebung von dem Gebiete des Eismeeres getrennt, bei deren Entfernung das caspische Meer einen Busen des letzteren bilden würde, wie es das weiße Meer gegenwärtig thut. Die Salzseen, die sich um das caspische Meer herumlagern, machen es Humboldt wahrscheinlich, daß in früherer Zeit hier ein großes Binnenmeer gewesen sei, das aus Mangel an entsprechendem Zuflusse so lange kleiner wurde, bis die Einnahme der Aus-

1) Semenow gibt (Zeitschrift für allg. Erdkunde. Neue Folge, III. 436) an, er habe von Augenzeugen gehört, die Solfatare von Urumtsi sei ein conischer Berg von geringer Größe, der beständig raucht und ganz isolirt in einiger Entfernung vom Hochgebirge steht.

2) Auf der den Fragmens asiatiques beigegebenen Karte sind auch nördlich vom Thian-schan, zwischen diesem und dem Altai Salmiakhöhlen (Cavernes de sel ammoniac) angegeben; diese sind aber auf der Karte der Asie centrale weggelassen.

3) Kosmos IV. 456.

4) Rußeger'sche Messung. Humboldt, Asie centrale III. 550.

5) Asie centrale II. 308.

gabe durch Verdunstung entsprach. Auch zwischen dem Thian-schan und dem Kuen-lün vermuthet Humboldt nach den chinesischen Nachrichten ein solches nun bis auf ein paar kleine Salzseen ausgetrocknetes Binnenmeer. Er hält[1] die Entstehung der Niederung für eine nothwendige Folge der Erhebung der übrigen Hochländer von Asien, für ein dem dortigen Plus des Bodens entsprechendes Minus. Diese Aushöhlung hält er für ein Kraterland, das jedoch eher dem Hipparchus, Archimedes und Ptolemäus im Monde oder etwa Böhmen zu vergleichen ist, als den Kegeln und Kratern der Vulcane. Wenn jedoch Humboldt der caspischen Niederung mit dem Namen Kraterland den rein vulcanischen Ursprung nicht beigemessen haben will, so nimmt er dennoch[2] an, daß selbst noch in den historischen Zeiten manchfache Aenderungen im Relief vorgekommen seien, was also wieder auf den Vulcanismus zurückführt. (Man vergleiche oben S. 386.)

In seiner Ansicht über den vulcanischen Charakter eines Theiles wenigstens der caspischen Niederung wurde Humboldt durch die Anwesenheit von Salsen bestärkt. Diese Salsen oder Luftvulcane sind Stellen, die verschiedene Gase aushauchen, unter denen namentlich das (brennbare) Kohlenwasserstoffgas eine Hauptrolle spielt und mit denen oft ein Thonschlamm zum Vorschein kommt, was auch zu dem Namen Schlammvulcane Veranlassung gegeben hat. Humboldt hat schon in Amerika bei Turbaco bei Carthagena einen solchen Schlammvulcan, der Stickstoff aushaucht, gesehen und beschrieben.[3] Seit Humboldt (April 1801) bis zu Acosta (Ende Decembers 1850) sind diese Schlammvulcane von Naturforschern nicht mehr besucht worden. Letzterer bemerkte, daß die Kegel einen bituminösen Geruch verbreiten, daß etwas Erdöl auf der Wasserfläche der kleinen Oeffnungen schwimme und daß man auf jedem der Schlammhügel das ausströmende Gas entzünden könne, was die Entwicklung von Kohlenwasserstoff sicher anzeigt. Humboldt[4] bleibt entschieden dabei, daß zu seiner Zeit hievon nichts zu bemerken gewesen sei, daß sich also der Zustand jener Vulcane geändert haben müsse, was auch bei den Salsen der Halbinsel Taman vorgekommen sein müsse, da zwischen den älteren Beobachtungen Parrot's (1811) und den späteren Göbel's (1834) derselbe Unterschied vorwalte, denn Ersterer konnte die aufsteigenden Blasen nicht entzünden, was aber Letzterem gelang.

1) Fragmens 195.
2) Asie centrale II. 295.
3) Rel. hist. III. 560.
4) Kosmos IV. 260.

Am Schlusse des 2. Bandes seiner Asie centrale führt Humboldt einen Brief von Lenz an, der die großen Gasvulcane am caspischen Meere bespricht. Dort befinden sich bei Baku auf der Halbinsel Abscheron Luftquellen, deren Gase fortwährend brennen. Wie lange dieses her sei, läßt sich nicht sagen: die indischen Feueranbeter, die sich dort angesiedelt haben, behaupten, daß das Feuer schon seit Erschaffung der Welt existire, doch ist dieses natürlich nicht so genau zu nehmen. Auch im Innern von China gibt es Gasquellen, wie Humboldt nach Klaproth und Julien[1] berichtet. Diese oft sehr tiefen Quellen werden gebohrt und bringen bald Salzwasser, bald Gas und Salzwasser, bald Gas allein. Das Gas dient dabei als Brennmaterial zum Einsieden der Soole. Manchmal stößt man beim Bohren der Brunnen auch auf Kohlen. Ebendaselbst veröffentlicht Humboldt auch Berichte der genannten Gelehrten über die Vulcane von Japan.

Ueber die asiatischen Erdbeben sagt Humboldt[2]: „Wie allenthalben in den beiden Continenten scheinen die Erdbeben auch in Centralasien entweder linear zu sein, oder von bestimmten Mittelpunkten nach allen Richtungen sich fortzupflanzen. Die linearen Bewegungen folgen meistens der Richtung der großen Ketten, indem sie entweder auf beiden Abhängen fortgehen, oder indem sie nur auf einer Seite bleiben, und so die Richtung der Spalte angeben, aus der sich einst das Gebirge erhob. So gehen die südamerikanischen Erdbeben bald am Littorale, bald auf der Ostseite der Andes oder auf dem Nordabhange der Küstenkette von Venezuela hin. In Inneraſien dagegen fühlt man die Bewegung gleichzeitig auf beiden Seiten des Thian-schan, von Hami und Turfan gegen Bokhara hin bis in die Niederungen von Turan. Erdbebenmittelpunkte sind die Gegend des Baikalsees, besonders aber der Thian-schan, dessen Bezirk noch über den Himalaya hinausreicht, und auch der Durchschnitt des Bolor mit dem Himalaya und Kuen-lün, sowie auch die Kreuzung des ersteren mit dem Thian-schan, scheinen als solche angenommen werden zu müssen. Von dem Thian-schan gelangt man, sich etwas südwärts ziehend, gegen Westen zum Ararat, der als weiteres Centrum erscheint und von da der Länge des vulcanischen Mittelmeerbassins nachziehend nach Lissabon und zum Archipel der Azoren, und erhält so einen Erschütterungsbezirk, der wie ein der Breite des Mittelmeeres nahe gleiches Band über 120 Längengrade sich hinzieht. Die dem Aequator nahe parallele Richtung dieses Streifens ist eine rein zufällige und von der Umdrehungsaxe

1) Asie centrale II. 519.
2) Asie centrale II. 107.

der Erde unabhängig, und der Streifen ist daher in gleichen Rang mit denen zu stellen, die unter andern Richtungen an andern Punkten der Erde gefunden werden."

Nach der Veröffentlichung der Asie centrale hat Humboldt die Reaction des Innern der Erde auf ihre Oberfläche ausführlich noch im Kosmos Bd. I., namentlich aber in Bd. IV. besprochen.

Die Grundlagen beider Arbeiten sind dieselben, wie die schon öfter besprochenen.

Das Innere unserer Erde befindet sich trotz der Erkaltung der Oberfläche im feurigen Flusse, wie dieses sowohl die Temperaturzunahme, die man findet, wenn man in Bergwerke hinabsteigt, als auch die Thermen, tief aus der Erde heraufsteigende und die dortige Wärme heraufbringende Quellen beweisen und diese innere glühende Flüssigkeit übt ihre Einwirkung auf die Oberfläche aus. Diese offenbart sich a) blos dynamisch, durch Erschütterungswellen (Erdbeben); b) durch die den Quellwassern mitgetheilte, erhöhte Temperatur, wie durch die Stoffverschiedenheit der beigemischten Salze und Gasarten (Thermalquellen); c) durch den Ausbruch elastischer Flüssigkeiten, zu Zeiten von Erscheinungen der Selbstentzündung begleitet (Gas- und Schlammvulcane, Naphthafeuer, Salsen); d) durch die großartigen und mächtigen Wirkungen eigentlicher Vulcane, welche (bei permanenter Verbindung durch Spalten und Krater mit dem Luftkreise) aus dem tiefsten Inneren geschmolzene Erden, theils nur als glühende Schlacken ausstoßen, theils gleichzeitig wechselnden Processen krystallinischer Gesteinbildung unterworfen, in langen, schmalen Strömen ergießen.

Die wesentlichen Charaktere der Erdbeben sind: Räumliche Veränderung, Erschütterung, Hebung und Spaltenerzeugung; ihnen gesellen sich gelegentlich bei: Gas- und Dampfemanationen und unterirdisches Getöse. Bei ihnen ist zu unterscheiden der ursprüngliche Impuls, wahrscheinlich ein Stoß von unten, und das wellenartig sich fortpflanzende Nachklingen des Bodens ringsumher. Unstreitig liegt den Erdbeben und den vulcanischen Ausbrüchen eine und dieselbe Ursache zu Grunde, aber die Intensität der einen ist nicht immer der der andern proportional. Humboldt unterscheidet in Beziehung auf den Wirkungskreis dreierlei Arten von Erdbeben.

„Um von denjenigen Erschütterungen zu beginnen" sagt er,[1] „welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, und offenbar der Thätigkeit eines Vulcans ihren Ursprung verdanken; so erinnere ich hier zuerst daran, wie,

1) Kosmos IV. 229.

nächtlich im Krater des Vesuvs am Fuße eines kleinen Auswurfskegels sitzend, den Chronometer in der Hand (es war nach dem großen Erdbeben von Neapel am 26. Juli 1805 und nach dem Lavaausbruch, der 17 Tage darauf erfolgte) ich sehr regelmäßig alle 20 oder 25 Secunden unmittelbar vor jedem Auswurf glühender Schlacken eine Erschütterung des Kraterbodens fühlte. Die Schlacken, 50—60 Fuß emporgeschleudert, fielen theils in die Eruptionsöffnung zurück, theils bedeckten sie die Seitenwände des Kegels. Die Regelmäßigkeit eines solchen Phänomens macht die Beobachtung gefahrlos. Das sich wiederholende kleine Erdbeben war keineswegs bemerkbar außerhalb des Kraters: nicht im Atrio del Cavallo, nicht in der Einsiedelei del Salvatore. Die Periodicität der Erschütterung bezeugt, daß sie abhängig war von einem bestimmten Spannungsgrade, welchen die Dämpfe erreichen müssen, um in dem Inneren des Schlackenkegels die geschmolzene Masse zu durchbrechen. Ebenso als man in dem eben beschriebenen Falle keine Erschütterungen am Abfall des Aschenkegels des Vesuvs fühlte, wurde auch bei einem ganz analogen, aber viel großartigeren Phänomen: am Aschenkegel des Vulcans Sangai, der südöstlich von der Stadt Quito sich bis zu 15984 Fuß erhebt, von einem sehr ausgezeichneten Beobachter, Herrn Wisse, als er sich (im December 1849) dem Gipfel und Krater bis auf 1000 Fuß näherte, kein Erzittern des Bodens bemerkt; dennoch waren in der Stunde bis 267 Explosionen (Schlackenauswürfe) gezählt worden."

„Eine zweite, unendlich wichtigere Gattung von Erdbeben ist die sehr häufige, welche große Ausbrüche von Vulcanen zu begleiten oder ihnen vorauzugehen pflegt: sei es, daß die Vulcane, wie unsre europäischen, Lavaströme ergießen, oder, wie Cotopaxi, Pichincha und Tunguragua der Andeskette, nur verschlackte Massen, Asche und Dämpfe ausstoßen. Für diese Gattung sind vorzugsweise die Vulcane als Sicherheitsventile zu betrachten, schon nach dem Ausspruche Strabo's über die lavaergießende Spalte bei Lelante auf Euböa. Die Erdbeben hören auf, wenn der große Ausbruch erfolgt ist."

„Am weitesten verbreitet sind aber die Verheerungen von Erschütterungswellen, welche theils ganz untrachytische, unvulcanische Länder, theils trachytische, vulcanische wie die Cordilleren von Südamerika und Mexico durchziehen, ohne irgend einen Einfluß auf die nahen Vulcane auszuüben. Dies ist eine dritte Gruppe von Erscheinungen und die, welche am überzeugendsten an die Existenz einer allgemeinen Ursache, welche in der thermischen Beschaffenheit des Innern unsres Planeten liegt, erinnert. Zu dieser dritten Gruppe gehört auch der, doch seltene Fall, daß in unvulcani-

schen und durch Erdbeben wenig erschreckten Ländern, auf dem eingeschränktesten Raume, der Boden Monate lang ununterbrochen zittert, so daß man eine Hebung, die Bildung eines thätigen Vulcans zu besorgen anfängt. So war dies in den piemontesischen Thälern von Pelis und Clusson, wie bei Pignerol im April und Mai 1805; so im Frühjahr 1829 in Murcia, zwischen Orihuela und der Meeresküste, auf einem Raum von kaum einer Quadratmeile. Als im Innern von Mexico, am westlichen Abfall des Hochlandes von Mechoacan, die cultivirte Fläche von Jorullo 90 Tage lang ununterbrochen erbebte, stieg der Vulcan mit vielen Tausenden ihn umgebender, 5—7 Fuß hoher Kegel (los hornitos) empor, und ergoß einen kurzen aber mächtigen Lavastrom. In Piemont und in Spanien dagegen hörten die Erderschütterungen allmählig auf, ohne daß irgend eine Naturbegebenheit erfolgte."

Humboldt bemerkt,[1] daß man die Erdbeben, welche mit den Vulcanen nicht in einem nachweisbaren Zusammenhange stehen, im Gegensatze zu denen, bei welchen dieses der Fall ist, den vulcanischen, plutonische nenne; doch hält er diese Bezeichnung in Hinsicht auf allgemeinere Ansichten über Vulcanicität nicht für passend.

Wenn die meteorischen Wasser auf den Boden fallen, so werden sie, da letzterer nur ausnahmsweise wasserdicht ist, in größerem oder geringerem Maaße in denselben eindringen und wenn dieses auf einer Anhöhe geschieht, so wird es im Thale im Allgemeinen nicht an einer Stelle fehlen, an der das Wasser als Quelle wieder zum Vorschein kommt. Das Terrain, welches unterirdisch von ihm durchlaufen wird, muß irgend eine Temperatur haben, es wird dieselbe der durchrieselnden Flüssigkeit mittheilen, und aus der Wärme der Quellen wird sich daher auch die des Bodens bestimmen lassen. Von der Anwendung dieser Beobachtungen ist bereits oben (S. 163 und 166) gesprochen worden; allein es knüpft sich hieran noch ein anderer Gegenstand von Interesse. Der Punkt, an dem das Quellwasser austritt, muß nicht der tiefste im ganzen Laufe des Wassers sein; es ist nach hydrostatischen Gesetzen nur nothwendig, daß die Ausflußstelle niedriger sei, als diejenigen, an denen das Meteorwasser in seine Kanäle eindrang, und der Weg kann, ehe er zu Tage führt, vorher sich weit in die Tiefe gesenkt haben. In der Tiefe nimmt aber die Wärme zu, und solche Quellen, die sehr weit heraufkommen, haben daher eine höhere Temperatur, als die mittlere der Ausflußstelle ist: sie sind Thermen. Solche Quellwasser haben oft einen großen Umweg gemacht, sie sind möglicherweise an einem weit entfernten Orte eingedrungen und ihr

1) Kosmos IV. 228.

Wasserreichthum ist daher unabhängig von den Regenverhältnissen der Ausflußstelle. Daß die Warmquellen aus großen Tiefen kommen müssen, läßt sich daraus schließen, weil alle artesischen Brunnen ein um so wärmeres Wasser geben, je tiefer sie gebohrt sind; einer Zunahme der Tiefe um 91—99 Fuß entspricht eine Wärmesteigerung von 1° des hunderttheiligen Thermometers.[1] Einer der tiefsten artesischen Brunnen ist der zu Neusalzwerk, von dem (vergl. S. 331) Humboldt der Akademie zu Paris Bericht erstattete. Aus dem Innern der Erde kommen verschiedene Stoffe in die Höhe, wie z. B. Kohlensäure, Schwefelwasserstoff u. s. w. Diese können auf ihrem Wege dem Wasser einer Quelle begegnen, und letzteres wird dadurch zur Mineralquelle; doch ist dabei nicht zu übersehen, daß das Quellwasser sich auf seinem Wege auch noch mit andern Stoffen beladen kann, und daß darum nicht jede Mineralquelle mit der vulcanischen Wirkung in Verbindung ist, während jede Therme unter dem Einflusse dessen steht, was die vulcanischen Erscheinungen veranlaßt. Zu den vulcanischen Mineralquellen gehören diejenigen, welche Salzsäure und Schwefelsäure führen, und wir verdanken Humboldt ein paar Abhandlungen über solche Quellen. (Des eaux chargées d'acide muriatique, Analyse d'eau du Rio Vinagre s. oben S. 124 und 125.)

Während die Erdbeben noch von keiner Temperaturerhöhung begleitete rein dynamische Erscheinungen sind, beobachtet man das Durchwirken der Centralwärme durch die Kruste bereits an den Thermen. An den Warmquellen kann man niemals eine Temperatur beobachten, die höher ist, als die Siedhitze des Wassers; dagegen gehen die Salsen oder Schlammvulcane bereits weiter, denn sie gerathen bisweilen in einen Ausnahmezustand, in dem sie durch Ausbruch von Feuersäulen sich den Vulcanen nähern. So fand 1839 in der oben erwähnten Salse von Turbaco ein mächtiger mit Erderschütterungen verbundener Flammenausbruch statt, und es blieb als Rest ein den Salsen ähnlicher Gasvulcan. Auch bei andern derartigen Gebilden sind derlei Erscheinungen beobachtet worden.

„Wenn wir nun", sagt Humboldt[2], „einen letzten Blick auf die Art vulcanischer Thätigkeit werfen, welche sich durch Hervordringen von Dämpfen und Gasarten, bald mit, bald ohne Feuererscheinungen offenbart, so finden wir darin bald große Verwandtschaft, bald auffallende Verschiedenheit der aus den Erdspalten ausbrechenden Stoffe: je nachdem die hohe Tempe-

1) Kosmos IV. 237.
2) Kosmos IV. 266.

ratur des Inneren, das Spiel der Affinitäten modificirend, auf gleichartige oder sehr zusammengesetzte Materien gewirkt hat. Die Stoffe, welche bei diesem geringeren Grade vulcanischer Thätigkeit an die Oberfläche getrieben werden, sind: Wasserdampf in großem Maaße, Chlornatrium, Schwefel, gekohlter und geschwefelter Wasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff; Naphtha (farblos, gelblich oder als braunes Erdöl); Borsäure und Thonerde der Schlammvulcane. Die große Verschiedenheit dieser Stoffe, von denen jedoch einige (Kochsalz, Schwefelwasserstoffgas und Erdöl) sich fast immer begleiten, bezeugt das Unpassende der Benennung Salsen, welche aus Italien stammt, wo Spallanzani das große Verdienst gehabt hat, zuerst die Aufmerksamkeit der Geognosten auf das lange für so unwichtig gehaltene Phänomen im Modenesischen zu leiten. Der Name Dampf- und Gasquellen drückt mehr das Gemeinsame aus. Wenn viele derselben als Fumarolen zweifelsohne in Beziehung zu erloschenen Vulcanen stehen, ja besonders als Quellen von kohlensaurem Gas ein letztes Stadium solcher Vulcane charakterisiren; so scheinen dagegen andere, die Naphthaquellen, ganz unabhängig von den wirklichen, geschmolzene Erden ausstoßenden Feuerbergen zu sein. Sie folgen dann, wie schon Abich am Kaukasus gezeigt hat, in weiten Strecken bestimmten Richtungen, ausbrechend auf Gebirgsspalten: sowohl in der Ebene, selbst im tiefen Becken des caspischen Meeres, als in Gebirgshöhen von fast 8000 Fuß. Gleich den eigentlichen Vulcanen vermehren sie bisweilen plötzlich ihre scheinbar schlummernde Thätigkeit durch Ausbruch von Feuersäulen, die weit umher Schrecken verbreiten. In beiden Continenten, in weit von einander entfernten Weltgegenden, zeigen sie dieselben auf einander folgenden Zustände; aber keine Erfahrung hat uns bisher berechtigt zu glauben, daß sie Vorboten der Entstehung wirklicher, Lava und Schlacken auswerfender Vulcane sind. Ihre Thätigkeit ist anderer Art: vielleicht in minderer Tiefe wurzelnd und durch andere chemische Processe bedingt."

Das höchste Stadium der Reaction des Erdinnern auf die Oberfläche sehen wir in den wirklichen Vulcanen, solchen Oeffnungen der Erde, durch die nach Humboldt[1] neben den Gasarten auch feste, stoffartig verschiedene Massen in feuerflüssigem Zustande, als Lavaströme, oder als Schlacken, oder als Producte der feinsten Zerreibung (Asche) aus ungemessener Tiefe an die Oberfläche gedrängt werden. Humboldt spricht sich gegen den alten Sprachgebrauch aus, demzufolge man die Wörter Vulcan und Feuerberg für synonym hält, weil sich dadurch der Begriff vulcanischer Erschei-

1) Kosmos IV. 268.

nungen zu sehr an das Bild von isolirten Kegelbergen mit kreisrunder und ovaler Oeffnung an der Spitze knüpft, während in der Wirklichkeit große Flächen von mehreren tausend Quadratmeilen als ein einziger Vulcan, dem eine größere Anzahl von Oeffnungen zu Gebote steht, betrachtet werden können.

Solche Vulcane sind der mittlere Theil des mexicanischen Hochlandes zwischen dem Pic von Orizaba, dem Jorullo und den Küsten der Südsee; Centralamerika; die Cordilleren von Neugranada und Quito zwischen dem Vulcan von Puracé bei Popayan, dem von Pasto und dem Chimborazo; das Isthmusgebirge des Kaukasus zwischen dem Kasbegk, Elbruz und Ararat. Grundlage der Humboldt'schen Theorie ist die Annahme, daß da und dort in den untern Lagen der Erdkruste sich eine Spalte befinde, durch welche der Verkehr zwischen innen und außen vermittelt wird. In dem ganzen Bereiche dieser Spalten ist der größte Theil oberflächlich zugedeckt, ohne jedoch dem Ganzen die ursprüngliche Festigkeit geben zu können; einzelne Stellen sind offen oder doch viel schwächer verbunden und dort ist es, wo zunächst der Ausbruch erfolgt; wenn auch allenthalben die Möglichkeit vorhanden ist, daß eine neue Oeffnung sich bildet. An den eine offene Straße bildenden Orten wird theils durch Hebung von früher horizontalen Schichten, die in ähnlicher Weise vor sich geht, wie sie, wie oben (S. 387) angegeben, bei der Bildung von Gebirgen stattfindet, theils durch das von unten heraufkommende oben liegenbleibende Material eine Erhöhung, ein Feuerberg gebildet, der zwar eine verschiedenartige Gestalt haben kann, die jedoch in der Regel die Kegel- oder Glockenform ist.

Die Höhe der Feuerberge ist sehr verschieden; sie schwankt zwischen dem 700 Fuß hohen Vulcane der japanesischen Insel Kosima und dem Sahama in Bolivia, der sich bis zu 20970 Fuß erhebt. Ebenso verschieden wie die Gestalt ist die Häufigkeit der Ausbrüche, die von der Höhe des Vulcans durchaus keine Abhängigkeit zeigt.

Den deutlichsten Fingerzeig für den Ausbruch der Vulcane aus Spalten geben die sogenannten Reihenvulcane, d. i. solche Feuerberge, die in größerer oder geringerer Anzahl in einer nur wenig gebogenen Linie hintereinander stehen. So unterscheidet Humboldt in Südamerika und Centralamerika bis Mexico 5 Reihen, von denen die 4 südlichen fast ganz der Richtung der Andes folgen, während die mexicanische sie quer durchsetzt. Nachdem er dann die Vertheilung der Feuerberge über die Erde untersucht, kommt er (S. 446) zu folgender Zusammenstellung.

Lage der Gruppe.	Sie enthält Vulcane im Ganzen	noch entzündete
I. Europa	7	4
II. Inseln des atlantischen Meeres	14	8
III. Afrika	3	1
IV. Asien, das continentale	25	15
a) westlicher Theil und das Innere	11	6
b) Halbinsel Kamtschatka	14	9
V. ostasiatische Inseln	69	54
VI. südasiatische Inseln	120	56
VII. indischer Ocean	9	5
VIII. Südsee	40	26
IX. Amerika, das continentale	115	53
a) Südamerika	56	26
α) Chili	24	13
β) Peru und Bolivia	14	3
γ) Quito und Neugranada	18	10
b) Centralamerika	29	18
c) Mexico, südlich vom Rio Gila	6	4
d) Nordwestamerika, nördlich vom Gila	24	5
X. Antillen	5	3
in Summa	407	225

Als entzündet, also noch thätig, gelten in dieser Tabelle alle diejenigen Vulcane, welche noch Dämpfe ausstoßen, oder historisch gewisse Eruptionen gehabt haben im 19. oder in der letzten Hälfte des 18. Jahrhunderts, obwohl, wie dieses z. B. bei dem Vesuv beobachtet wurde, in einzelnen seltenen Fällen ein Berg nach einer Jahrhunderte langen Pause wieder aufbrechen kann. Am dichtesten unter allen Gegenden der Erde stehen die Feuerberge im indischen Archipelagus und die einzige Insel Java hat mehr thätige Vulcane (28) als das 7 mal längere Südamerika. Denkt man sich die Südsee durch die Behringsstraße und den Parallel von Neuseeland und Südchili begränzt, so fallen in das Becken und um dasselbe her (in seiner continentalen asiatischen und amerikanischen Begränzung) von den 225 entzündeten Vulcanen der Erde 198 oder nahe $^7/_8$. Die den Polen nächsten Vulcane sind nach unserer jetzigen geographischen Kenntniß: in der nördlichen Hemisphäre der Vulcan Esk auf der kleinen Insel Jan Mayen, lat. 71^0 1′ und long. 9^0 51′ w. v. P.; in der südlichen Hemisphäre der röthliche, selbst bei Tage sichtbare Flammen ausstoßende Mount Erebus.

Auch im Kosmos kommt Humboldt (so namentlich I. 253. IV. 452)

auf den im Vorstehenden schon öfter erwähnten Umstand, daß die Vulcane meistens in der Nähe des Meeres sind, ein Umstand, der einen Wink über die Ursache geben kann, die dem zeitweiligen Ausbrechen der Eruptionen zu Grunde liegen mag. Er sagt an dem letzteren Orte:

„Die große Frequenz der Vulcane auf den Inseln und in dem Littoral der Continente hat früh die Geognosten auf die Untersuchung der Ursachen dieser Erscheinung leiten müssen." Nachdem er hierauf die Theorie von dem Eindringen des Meerwassers besprochen, fährt er fort: „Mechanische oder vielmehr dynamische Ursachen, seien sie gesucht in der Faltung der oberen Erdrinde und der Erhebung der Continente, oder in der local minderen Dicke des starren Theils der Erdkruste möchten meiner Ansicht nach mehr Wahrscheinlichkeit gewähren. Man kann sich vorstellen, daß an den Rändern der aufsteigenden Continente, welche jetzt die über der Meeresfläche sichtbaren Littorale mit mehr oder minder schroffen Abhängen bilden, durch die gleichzeitig veranlaßten Senkungen des nahen Meeresgrundes Spalten verursacht worden sind, durch welche die Communication mit dem geschmolzenen Innern befördert wird. Auf dem Rücken der Erhebungen, fern von jenen Senkungsarealen des oceanischen Beckens ist nicht dieselbe Veranlassung zum Entstehen solcher Zertrümmerung gewesen. Vulcane folgen dem jetzigen Meeresufer in einfachen, bisweilen doppelten, wohl auch dreifachen parallelen Reihen. Kurze Querjoche verbinden sie, auf Querspalten gehoben und Bergknoten bildend. Häufig (keineswegs immer) ist die dem Ufer nähere Reihe die thätigste, während die fernere, mehr innere, erloschen oder dem Erlöschen nahe erscheint. Bisweilen wähnt man nach bestimmter Richtung in einer und derselben Reihe von Vulcanen eine Zu- oder Abnahme der Eruptionshäufigkeit zu erkennen; aber die Phänomene der nach langen Perioden wieder erwachenden Thätigkeit machen dieses Erkennen sehr unsicher."

Humboldt hat, wie sich aus Vorstehendem ergibt, sich wohl gehütet, die Ursache anzugeben, welche die vulcanischen Erscheinungen zunächst veranlassen; er hat sich damit begnügt, die Umstände zu bezeichnen, unter denen sie zumeist eintreten, und es bleibt daher den späteren Untersuchungen anheim gegeben, das primum movens zu finden.

Der Vulcanismus oder Plutonismus, als dessen entschiedener Anhänger Humboldt zu betrachten ist, hat, wie bereits erwähnt, während der ersten vier Decennien dieses Jahrhunderts den Neptunismus fast vollständig verdrängt. Lassen wir die Laven und die Sedimentgesteine, über deren Ursprung wohl nie ein Zweifel war, da wir sie noch täglich vor unsern Augen

sich bilden sehen, aus dem Spiele, beschränken wir uns also auf die vor den historischen Zeiten entstandenen krystallinischen Gesteine, so beginnt die Meinungsverschiedenheit mit der Entstehung des Basaltes. Der Streit wurde zu Gunsten der Vulcanisten entschieden, weil es gelang, den Ursprung von Basalten aus ehemaligen Kratern nachzuweisen. Die verschiedenen Analogien zwischen Basalten, Doleriten, Trappen u. s. w. veranlaßten die nunmehr erstarkten Vulcanisten auch diese Bildungen für sich in Anspruch zu nehmen. Darauf kamen die übrigen Gesteine, Granit, Porphyr, Serpentin u. s. w. an die Reihe. Bei diesen ist aber von einem Krater, aus dem die Stoffe ausgeflossen sein könnten, nicht eine Spur zu sehen, und die ganze Art des Auftretens veranlaßte die Annahme, daß diese Gesteine nicht als flüssige Laven, sondern als eine Art Brei, nicht aus Kratern, sondern aus weiten Spalten hervorgedrungen seien, und man nannte diese Gesteine zum Unterschiede von den andern plutonische. Sehr befördernd für die Ansicht von der früheren wenigstens theilweisen Flüssigkeit des Granits war die oben S. 323 erwähnte Beobachtung Humboldt's über das Auftreten dieses Gesteins am Irtysch. Bei den plutonischen Gebilden ist wie bei den vulcanischen die Thätigkeit des Wassergottes eine völlig unbedeutende; alle Flüssigkeit wird mit Hülfe ungeheurer Hitze, die sich nach und nach verlor, zu Stande gebracht. Hier findet sich ein schwacher Punkt der plutonistischen Lehre, denn so zusammenhängend, so consequent sie auch in physikalischer Beziehung ist, so kann dieses nicht mehr gesagt werden, wenn man auch die chemischen Verhältnisse berücksichtigt. So z. B. besteht der Granit aus dreierlei verschiedenen Mineralien, aus Quarz, Feldspath und Glimmer. Erhitzt man nun ein Stück Granit, so schmilzt zuerst der Glimmer, dann der Feldspath, der Quarz aber ist so schwerflüssig, daß man ihn in größeren Massen zu schmelzen nicht vermag. Dieser Mißstand läßt sich übrigens nicht als Einwurf gegen den Plutonismus betrachten, denn er wird durch die einfache Annahme, es sei eben früher noch heißer gewesen als in unsern besten Hochöfen, gehoben. Wir wollen aber jetzt annehmen, der Granit sei mit Hülfe von einer fürchterlichen Hitze glücklich in einen Brei umgewandelt, und es handle sich nun um das Erkalten. Für das Fortgehen der Wärme haben wir nicht zu sorgen, aber zu was wird der Brei erhärten, wird er Granit werden? Aller Wahrscheinlichkeit nach nicht. Angenommen, die drei Mineralien trennen sich wieder bei dem Erkalten, so wird zuerst der schwerflüssige Quarz die feste Gestalt annehmen, dann der Feldspath und endlich der Glimmer, und da die beiden letzteren länger flüssig waren, wird sich zuerst der Quarz seinen Platz ausgesucht haben, und die beiden Gefährten nehmen diejenigen Stellen

ein, die er übrig gelassen. Betrachtet man aber ein Stück Granit, so findet sich der umgekehrte Fall, denn aus der Bildung der Glimmer- und Feldspathkrystalle ergibt sich, daß sie sich frei zusammenfügen konnten, während der Quarz nur die leeren Stellen zwischen den andern Krystallen einnimmt. Es mußten daher zuerst diese vorhanden sein, ehe der sich nach ihnen richtende Quarz kommen konnte. Diesen Mißstand suchten die Plutonisten durch einen Analogieschluß zu entfernen, denn man weiß, daß das Wasser, das unter gewöhnlichen Umständen bei 0^0 gefriert, im luftverdünnten Raume und in der Ruhe bis zu 10^0—12^0 unter 0 erkältet werden kann, ohne daß es darum fest wird; allein es ist kaum anzunehmen, daß es bei der ersten Bildung des Granites auf der Erde besonders ruhig zugegangen sei und ein verminderter Luftdruck war sicherlich nicht vorhanden. Außerdem fragt es sich, warum diese Umstände gerade auf den Quarz und nicht auch auf seine Gefährten gewirkt haben sollen.

Es ist auch nicht der Beobachtung entgangen, daß die vulcanischen Gesteine keinen Quarz enthalten, der bei den plutonischen eine so große Rolle spielt. Bei den Laven findet man sehr häufig glasartige Gebilde, die sogenannten Obsidiane, die als ein sicheres Zeichen vormaliger Schmelzung betrachtet werden können, in den Graniten ist noch nie ein Uebergang in Glas beobachtet worden.

Unter Umgehung des Plutonismus hat Fuchs[1] im Jahre 1838 eine Theorie der Erdbildung oder vielmehr der Bildung ihrer Oberfläche entworfen. Die Erde ist nach ihm früher aus amorphen unkrystallisirten Stoffen bestanden, durch deren Uebergang in den Zustand der Krystallisation manchfache Wärme- und Lichtentwicklungen, sowie chemische Processe erfolgten. Es ist die Fuchs'sche Lehre mehr eine Geologie vom chemischen Standpunkte zu nennen, während der Plutonismus eher physikalisch ist. Lange war seine Schule nicht nur isolirt, sondern auch so ziemlich ignorirt. In neuerer Zeit haben Blum[2] und Bischoff[3] nachgewiesen, daß eine Menge von Mineralien, die man früher als nur durch das Feuer entstanden glaubte, sich auch ganz kalt auf nassem Wege bilden können. Dadurch ist aber der ganze Gegenstand höchst complicirt geworden, da man nicht mehr weiß, wie ein Mineral sich gebildet habe, denn je mehr Bildungsweisen möglich sind, um so mehr wird es schwierig sein, die rechte zu finden.

1) Gesammelte Schriften 199.

2) Die Pseudomorphosen des Mineralreichs 1843 und Nachtrag zu den Pseudomorphosen 1847.

3) Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie.

Im Allgemeinen scheint gegenwärtig der neue Neptunismus im Vorschreiten zu sein, besonders seitdem die Hauptträger des Plutonismus, Buch und Humboldt, todt sind, und es ist nicht unmöglich, daß der Plutonismus einen Theil seiner Gesteine, wie den Granit u. s. w., als geraubtes Gut wieder hergeben muß.

Wie weit dieses gehen wird, und wie lange der Streit noch dauert, ist eine Frage der Zukunft; doch dürfte wohl schwerlich von dem Vulcanismus im engeren Sinne, also dem eigentlichen Gegenstande Humboldt's weit abgegangen werden, und es ist recht gut möglich, daß man am Ende für den Granit und die verwandten Gesteine eine Entstehungsart annimmt, die von der gegenwärtigen Annahme, sie seien im breiartigen Zustande heraufgekommen, abweicht, daß aber die Theorie sich geltend macht, sie seien nach ihrer Bildung von unten in die Höhe geschoben worden, so daß dann das flüssige Innere auf den Granit und dieser erst auf die Sedimentgesteine gedrückt hätte.

Der Magnetismus.

Als Humboldt nach seinem langjährigen Aufenthalte in Paris nach Berlin zurückgekehrt war, um dort seinen definitiven Wohnsitz zu nehmen, widmete er sich mit großem Eifer den Beobachtungen des Erdmagnetismus. Zur Erreichung größtmöglicher Genauigkeit und um die Wirkung des Erdmagnetismus rein zu bekommen, mußte alles Eisen aus der Nähe des Instrumentes entfernt werden; es wurde daher in dem Garten des Stadtrathes Mendelssohn-Bartholdy ein eigenes Haus erbaut, in dem sich gar kein Eisen befand, da sogar das Schloß aus Kupfer gemacht war. Dort wurde nun regelmäßig beobachtet, ja am 31. Januar und am 25. März 1829 wurde stündlich der Gang der Declinationsnadel untersucht und gleichzeitig geschah dasselbe von Reich in einer Grube des Freiberger Bergwerks. Das Resultat[1] war eine analoge Bewegung der Freiberger und der Berliner Nadel, ohne daß sich darum kleinere, ohne Zweifel von Localeinflüssen herrührende abweichende Bewegungen verkennen ließen.

Nachdem dieses erkannt war, setzte Humboldt besondere Beobachtungstermine fest, an denen von 4 Uhr Morgens bis Mitternacht des andern Tages an verschiedenen Stationen zugleich wenigstens einmal stündlich be-

1) Pogg. Ann. XV. 1829.

obachtet werden sollte. Die festgesetzten Tage waren: 20. März, 4. Mai, 21. Juni, 6. August, 23. September, 5. November und 21. December, und in den Kreis der mit einander verbundenen Stationen wurden jetzt außer Berlin und Freiberg noch Nicolajew und Kasan gezogen. Das Resultat dieser Beobachtungen[1] war ein analoges Verhalten der Magnetnadel an allen Stationen sowohl bei der regelmäßigen als auch bei der unregelmäßigen, durch Störungen und Nordlichter veranlaßten Bewegung, und so war es nun erkannt, daß die magnetischen Erscheinungen nicht blos von Localverhältnissen abhängig sind, sondern daß die jeweiligen Zustände der ganzen Erde, oder doch eines großen Theiles derselben sich in der Bewegung der Nadel eines gegebenen Ortes abspiegeln, ein Resultat, zu dessen Erzielung Humboldt unmittelbar thätig war. Es versteht sich wohl von selbst, daß Humboldt seine Reise nach Sibirien dazu benutzte, Beobachtungen über den Magnetismus der Erde anzustellen. Die Ergebnisse sind, wie bereits erwähnt, in dem Anhange zum 3. Bande der Rel. hist., dann in Pogg. Ann. XVIII. 1830 niedergelegt.

Indessen waren aber auch andere Gelehrte nicht müssig geblieben; auch von anderer Seite war man so eifrig bemüht, zu dem Aufbau der Lehre vom Erdmagnetismus beizutragen, daß die ersten 10 Jahre unsres Abschnittes mit Recht zu den für den genannten Zweig wichtigsten Epochen gezählt werden können.

Fast gleichzeitig mit Humboldt, nämlich von 1828—1830 bereiste der für den Magnetismus unermüdlich thätige Hansteen einen großen Theil von Sibirien eigens zu dem Zwecke, um das dortige Verhalten des Erdmagnetismus näher kennen zu lernen. Die Vereinigung seiner eigenen Beobachtungen mit denen Humboldt's, de Rossel's, Sabine's, Franklin's, Ermann's u. s. w. setzte ihn in den Stand, im Jahre 1833 die erste Intensitätskarte[2] der ganzen Erdoberfläche zu construiren, in der also diejenigen Punkte mit einander zu Isodynamen verbunden sind, welche eine gleiche magnetische Intensität besitzen. Auf dieser Karte ist wie bisher diejenige Intensität als Einheit angenommen, die Humboldt in Peru im magnetischen Aequator gefunden und in seiner mit Gay-Lussac verfaßten Abhandlung von 1806 gleich 1 gesetzt hatte, obwohl diese Einheit nicht das Minimum der bisher auf der Erdoberfläche gefundenen Intensität ist. Als nämlich Humboldt auf seiner amerikanischen Reise sich dem

1) Pogg. Ann. XIX. 1830.
2) Pogg. Ann. XXVIII. 1833.

magnetischen Aequator näherte, fand er, daß die Intensität des Erdmagnetismus mehr und mehr abnahm und in dem Aequator selbst einen kleinsten Werth erreichte. Diesen Werth setzte er in der erwähnten Abhandlung als Einheit. Weil damals außer seinen Beobachtungen noch keine andern gemacht oder veröffentlicht waren, so konnte man noch nicht wissen, ob die Intensität an allen Theilen dieses Aequators dieselbe, oder ob sie nicht an andern größer oder geringer sei. Die Beobachtungen Sabine's zeigten, daß von Brasilien östlich bis über Borneo hinaus die Intensität geringer sei, als in Peru und daß das absolute Minimum sich wahrscheinlich in der Gegend von St. Helena befinde. Hätte Humboldt schon im Jahre 1806 von diesen Beobachtungen, die jedoch erst 14 Jahre später gemacht wurden, gewußt, so ist nicht zu zweifeln, daß er dann die Intensität von St. Helena gleich 1 gesetzt hätte, allein das war nicht möglich und obwohl man später fand, daß die Humboldt'sche Einheit nicht, wie man anfangs geglaubt hatte, den geringsten Werth der Intensität darstelle, so wurde sie doch beibehalten, wird es zum Theil auch jetzt noch, da dadurch die Vergleichung von aus verschiedenen Zeiten stammenden Karten bedeutend erleichtert wird. Die Unterschiede, die sich bei Benutzung verschiedener Einheiten ergeben, sind etwa dieselben, die man erhält, wenn man eine Reihe von ungleich schweren Körpern nach Pfunden des einen oder des andern Staates abwiegt: die Zahlen werden jedesmal anders, wenn ein anderes Pfund genommen wird, aber, und dieses ist die Hauptsache, das gegenseitige Verhältniß der Zahlen bleibt sich immer gleich, wenn man stets dem einmal genommenen Pfunde treu bleibt.

Wenn es unter den jetzigen Umständen praktisch von geringem Interesse ist, ob man diese oder jene Größe des Magnetismus als Einheit der Intensität setzt, so läßt sich dieses nicht von der wissenschaftlichen Seite behaupten. Gesetzt es sei einmal irgend eine Größe als Maaßeinheit angenommen, so kann man bei ihr bleiben, und alles nach demselben Maaßstabe richten, so lange man das Urmaaß oder gute Copien desselben besitzt. Humboldt hat den Magnetismus am Aequator bestimmt, hat dabei gefunden, daß seine Nadel eine bestimmte Anzahl von Schwingungen in 10 Minuten machte, hat beobachtet, daß die Zahl dieser Schwingungen mit der Entfernung vom Aequator zunahm, und hat endlich die Nadel unversehrt nach Paris zurückgebracht. Mit dieser Nadel wurden nun andere verglichen und mit diesen konnte nun auf Grund der Vergleichung so gut beobachtet werden, wie mit der Humboldt'schen. Wenn eine Magnetnadel einrostet oder bedeutend erhitzt wird u. s. w. so ist die Möglichkeit vorhanden, daß der Magnetismus

in ihr sich dabei ändert, und es kann daher wohl vorkommen, daß sie an einem Orte, wo sie vorher, wir wollen setzen 100 Schwingungen in einer gewissen Zeit machte, nunmehr nur 80mal schwingt. Es entspricht dieses etwa dem Falle, wenn man einen Maaßstab mit auf eine Reise nimmt, und unterwegs denselben beschädigt oder ihn abbricht. Humboldt hat seine Nadel von seiner Reise glücklich nach Paris gebracht, und dort zeigte dieselbe, als man sie wieder schwingen ließ, daß an ihr sich nichts geändert habe. Dieses war strenge genommen ein Glücksfall, denn hätte Humboldt seine Nadel auf der Reise beschädigt oder gar verloren, so hätte man hinterher alle seine Intensitätsmessungen nicht mehr gebrauchen können.

Da eine Magnetnadel ihren magnetischen Zustand leicht ändert und eine und dieselbe Nadel, wenn sie von ihrem Magnetismus etwas verliert, unter sonst ganz gleichen Umständen langsamer schwingt, mußten stets wieder Vergleichungen angestellt werden, und ein Reisender, der irgend eine Expedition unternahm, lief immer Gefahr, daß unterwegs in seiner Nadel etwas vorgehe, was alle seine Messungen unrichtig machte, wenn er nicht ganz genau wußte, wann und wo die Aenderung vor sich gegangen sei. Es erhellt hieraus, von welcher Bedeutung es sein muß, jederzeit sein Instrument untersuchen zu können. Es ist aber denkbar, wenn auch nicht wahrscheinlich, daß alle Nadeln, die wir gegenwärtig haben, durch irgend einen Umstand, ihren Magnetismus ändern. Sollte dieses einmal der Fall sein, so wäre alles, was bisher geschehen, mit dem Folgenden nicht mehr zu vergleichen, und man müßte von vorn anfangen.

Hieraus ergibt sich das Bedürfniß, jederzeit den Zustand seines Instrumentes untersuchen und allenfallsige Aenderungen auffinden zu können. Diesem Mangel hat Gauß[1] abgeholfen, dessen Verdienste um die Verbesserung der Beobachtungsinstrumente ich hier übergehen will. Gauß lehrte, wie man aus der Einwirkung einer Nadel auf eine andere unter dem Einflusse des Erdmagnetismus stehende berechnen könne, was von den beobachteten Erscheinungen der Erde, was der Nadel zuzuschreiben sei: man ist daher niemals der Unsicherheit ausgesetzt, mit einer Nadel zu beobachten, die sich möglicherweise geändert hat, und der Reisende braucht nicht mehr zu fürchten, am Schlusse seiner Expedition seine sämmtlichen Arbeiten wegwerfen zu müssen.

---

1) Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata in Comm. recent. Soc. Gotting. VIII. 1832—1837, deutsch in Pogg. Ann. XXVIII. 1833.

Weiß man, wieviel bei einer beobachteten Wirkung dem Erdmagnetismus zuzuschreiben sei, so bleibt noch die Frage offen, welche Einheit man für diesen nehmen, d. i. nach welchem Maaße derselbe zu messen sei. Wollte man hier wieder diejenige Wirkung als Einheit nehmen, welche in Peru gefunden wird, so bleibt der Mißstand, daß die magnetische Kraft sich fortwährend ändert, und die von Humboldt beobachtete dort längst nicht mehr zu finden ist. Würden daher einmal alle Nadeln verloren gehen, so wären alle bisherigen Untersuchungen unbrauchbar, denn es wäre der Maaßstab verloren gegangen. In analoger Weise geht es mit alten Meilenmaaßen: man findet gelegentlich in alten Schriften Distanzangaben, die auf Meilen reducirt sind, deren Länge wir entweder gar nicht oder nur ungenau kennen, und darum können wir auch von den Zahlen selbst keinen Gebrauch machen. Darum ist es auch nothwendig, eine Einheit aufzusuchen, die man wieder auffinden könnte, wenn man auch längere Zeit nicht mehr beobachten würde, und diese Einheit ist die absolute im Gegensatze zu der (wie die Humboldt'sche) willkürlich angenommenen relativen. Auch diese hat (in der nämlichen Abhandlung) Gauß gefunden.

Man beurtheilt die Größe einer Kraft aus der Wirkung, die sie hervorbringt, und wenn die Kraft eine Bewegung eines Körpers verursacht, so muß die Kraft um so größer sein, je bedeutender die Masse des bewegten Körpers und je größer die Geschwindigkeit ist, die derselbe in gegebener Zeit erlangt. Gauß berechnete nun aus den Schwingungen der Magnetnadel die Kraft, welche nothwendig ist, diesen Effect hervorzubringen, und setzte als Einheit des Magnetismus diejenige fest, welche im Stande ist, einem 1 Milligramm schweren Körper nach einer Einwirkung von einer Secunde eine Geschwindigkeit von 1 Millimeter zu geben. Solange man nun weiß, was ein Milligramm und ein Millimeter sind, kennt man auch die Größe der Kraft, die Gauß als Einheit setzte.

Hansteen hat, wie bereits S. 266 gezeigt, beobachtet, daß die Erscheinungen des Erdmagnetismus sich mit einiger Genauigkeit durch die Annahme erklären lassen, daß die Erde so wirke, als ob in ihrem Innern 2 im Laufe der Jahrhunderte kreisende Magnete wären. Mit dieser Theorie ließen sich die fortwährenden periodischen Schwankungen, die man nach und nach besser kennen lernte, nicht gut erklären, denn sie reichte nur für die seculären Aenderungen aus. Darum wurde (namentlich von Moser[1]) der Satz vertheidigt, der Sitz des Erdmagnetismus sei nicht im Innern, sondern an der

1) Pogg. Annalen XXVIII. 1833 und XXXIV. 1835.

Oberfläche des Planeten. Es wurde dabei besonders darauf hingewiesen, daß aller Erfahrung nach das Innere der Erde sehr heiß sei, und daß, weil die Hitze den Magnetismus schwächt, das Erdinnere unmöglich bedeutende magnetische Kraft besitzen könne.

Diese Ansicht schließt sich namentlich sehr gut an die periodischen Aenderungen an. Untersucht man z. B. die Declination, so zeigt sich, daß bei uns ihr Nordende von Morgen bis zum Mittage von Osten nach Westen geht, und von da an sich (im Ganzen) rückwärts bewegt. Wenn Morgens die Sonne im Osten steht, so sind die östlich gelegenen Länder, die schon eine vorgerückte Tageszeit haben, wärmer als die westlichen, die noch Nacht haben. In letzteren ist darum der Magnetismus stärker, und das (bei uns dominirende, weil seinem Pole nähere) Nordende der Nadel geht westlich; von Mittag an sind die westlichen Länder wärmer und die Nadel geht wieder nach Osten zurück. Im Süden der Erde dominirt das Südende und verursacht eine analoge, aber entgegengesetzte Bewegung der Nadel. So kommt man auf einen Zusammenhang zwischen Wärme und Magnetismus.

Einen äußerst bedeutenden Einfluß auf die Thätigkeit zur Erforschung des Erdmagnetismus hatte die obenerwähnte Beobachtung Humboldt's und Reich's von der Analogie der Bewegung zweier an entfernten Stationen befindlichen Nadeln. Es möge mir gestattet sein, hier einige Sätze zu wiederholen, welche Gauß, einer der größten Mathematiker unsers Jahrhunderts und selbst einer der ersten Förderer der Lehre vom Erdmagnetismus, ausgesprochen hat.[1] Nachdem er angeführt, daß Arago in Paris Störungen im Gange der Magnetnadel an denselben Tagen wahrgenommen, an denen anderwärts Nordlichter beobachtet worden waren, sagt er: „Die Unregelmäßigkeiten in den Aeußerungen des Erdmagnetismus, deren häufiges Vorkommen besonders auch Herr v. Humboldt bei seinen zahlreichen Beobachtungen der täglichen und stündlichen Bewegungen der Magnetnadel wahrgenommen hatte, erhielten hiedurch ein eigenthümliches Interesse. Wenn gleich jene Bemerkungen durchaus nicht dazu berechtigten, alle unregelmäßigen Bewegungen als gleichzeitig mit Nordlichtern zu betrachten, und die Möglichkeit noch nicht ausschlossen, daß viele, vielleicht die meisten nur von localen Ursachen herrührten, so ließ sich doch kaum verkennen, daß nicht selten große und fernhin wirkende Naturkräfte dabei im Spiel sind, deren Kenntniß, wenn auch noch nicht in Beziehung auf ihre Quelle, sondern zu-

1) Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1836. Einleitung.

nächst nur in Beziehung auf die Verhältnisse ihrer Wirksamkeit und Verbreitung einen würdigen Gegenstand der Naturforschung darbietet. Obenhin und auf gut Glück gemachte Wahrnehmungen können uns diesem Ziele nicht näher bringen: um es zu erreichen, müssen viele solche Erscheinungen im genauen Detail an vielen Orten gleichzeitig verfolgt und nach Größe und Zeit scharf gemessen werden. Dazu sind aber vorgängige bestimmte Verabredungen zwischen solchen Beobachtern, denen angemessene Hülfsmittel zu Gebote stehen, wesentlich nothwendig. Der berühmte Naturforscher, dem unsre Kenntniß des Erdmagnetismus so viele Bereicherung verdankt (Humboldt) hat auch hier zuerst Bahn gebrochen. In Göttingen wurden die Terminbeobachtungen zum erstenmal am 20. und 21. März 1834 vollständig angestellt, wozu correspondirende blos aus Berlin bekannt geworden sind: aber in Göttingen war von 10 zu 10 Minuten, in Berlin nur von Stunde zu Stunde beobachtet. Gleichwohl zeigten diese Berliner Aufzeichnungen mehrere ziemlich beträchtliche Bewegungen, die man in den Göttinger Beobachtungen wiederfand, während diese letzteren in den Zwischenzeiten eine große Menge anderer Bewegungen zu erkennen gaben, welche natürlich in Berlin ganz ausfallen mußten. Die Frage, ob ein kleinerer oder größerer Theil der in Göttingen wahrgenommenen Schwankungen blos local gewesen sei, blieb daher noch ohne Entscheidung. Allein schon der nächste Termin am 4. und 5. Mai führte eine solche Entscheidung herbei. Die Zwischenzeiten wurden noch enger genommen, nämlich von 5 zu 5 Minuten, wodurch die Resultate noch bedeutend schärfer ausgeprägt erschienen. Herr Sartorius, der an den Beobachtungen vom Märztermine in Göttingen thätigen Antheil genommen, und sich für eine mehrjährige nach Italien zu unternehmende Reise mit einem dem Götting'schen ganz ähnlichen, nur in kleineren Dimensionen gearbeiteten Apparate versehen hatte, beobachtete mit diesem sorgfältig und vollständig in engen Zwischenräumen den Maitermin in Waltershausen (in Bayern, etwa 20 Meilen von Göttingen entfernt). Hier zeigte sich nun eine wirklich überraschend große Uebereinstimmung nicht nur in der größeren, sondern auch fast in sämmtlichen kleineren in kurzen Zeitfristen wechselnden Schwankungen, so daß in der That gar nichts übrig blieb, was man localen Ursachen beizumessen befugt gewesen wäre."

Um die kleineren Schwankungen des Magnetes an den verschiedenen Beobachtungsstationen vergleichen zu können, wurde beschlossen, allenthalben von 5 zu 5 Minuten zu beobachten, dafür aber die Dauer und Zahl der Termine zu beschränken. Die Dauer wurde auf 24 Stunden festgesetzt, als Termine die Zeit vom letzten Sonnabend des Januar, März, Mai, Juli,

September und November Mittags (Göttinger mittlerer Zeit) bis zum darauffolgenden Sonntag Mittags bestimmt. Auf dieser Grundlage constituirte sich der magnetische Verein und bereits 1836 konnte Gauß als Stationen desselben angeben: Altona, Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Breda, Breslau, Cassel, Copenhagen, Dublin, Freiberg, Göttingen, Greenwich, Halle, Kasan, Krakau, Leipzig, Mailand, Marburg, München, Neapel, Petersburg und Upsala. Alle diese Orte sind in Europa gelegen, und es handelte sich darum, auch außereuropäische Stationen zu bekommen. Hier war es vorzugsweise Humboldt, dessen einflußreiches Wort die Regierungen Rußlands, Englands und der Vereinigten Staaten dazu bewog, allenthalben magnetische Observatorien zu gründen, und bald wurde an den entlegensten Punkten der Erde dem Gange der Magnetnadel nachgespürt. Welch große Bedeutung hiebei Humboldt beigelegt wurde, geht schon daraus hervor, daß, wie man sich leicht aus dem Inhalte der Poggendorff'schen Annalen überzeugen kann, ein großer Theil der Beobachtungsresultate zuerst brieflich ihm mitgetheilt wurde, so daß wir in ihm einen Brennpunkt sehen, in dem die in den verschiedensten Theilen der Erdoberfläche gemachten Erfahrungen sich sammelten.

Durch diese vereinten Bestrebungen ist die Wissenschaft gegenwärtig in den Besitz einer außerordentlichen Menge von Erfahrungen gesetzt, und man kennt jetzt die magnetischen Zustände unsrer Erde mit einem bedeutenden Grade von Genauigkeit; doch ist man trotz alle dem noch weit entfernt, zu wissen, woher diese Wirkungen stammen, warum das alles so sein müsse. Man kennt das Wesen des Magnetismus noch nicht, man weiß bisher nur die Art, wie er sich äußert.

Es besteht ein inniger Zusammenhang zwischen Magnetismus und namentlich Licht, Wärme und Elektricität, und die neueren Forschungen lehren von Tag zu Tag mehr Berührungspunkte derselben erkennen. In jedem Augenblicke geht auf unsrer Erde eine Anzahl elektrischer Processe vor sich, findet eine unendliche Menge von Wärmedifferenzen und Temperaturveränderungen statt. Mit den verschiedensten dieser Umstände kann ein magnetischer Vorgang verknüpft sein, und dieses wird um so wahrscheinlicher, da man gefunden hat, daß nicht allein das Eisen, sondern (bei Anwendung sehr starker Magnete) auch die übrigen Stoffe unter dem Einflusse des Magnetismus stehen. Bedenkt man nun, daß bei der vielfachen Complication der Erscheinungen ein Losschälen dessen, was dem Magnetismus eigenthümlich ist, äußerst schwierig werden muß, daß ferner sich aus der großen Strecke, über die eine magnetische Erscheinung sich verbreitet, geschlossen wer-

den muß, der Erdmagnetismus sei das Gesammtresultat einer Menge von Vorgängen, die innerhalb eines großen Raumes, wo nicht der ganzen Erde, vor sich gehen: so ist es wohl nicht zu verwundern, daß man zur Zeit nicht im Stande ist, eine allen Ansprüchen genügende Theorie des Erdmagnetismus zu geben. Die Männer der Wissenschaft müssen sich zunächst darauf beschränken, durch genaue Feststellung der Thatsachen eine solche Theorie vorzubereiten und hierin war in den vergangenen sechzig Jahren, wie ich im Vorstehenden gezeigt zu haben glaube, Alexander von Humboldt einer der verdienstvollsten Gelehrten.

Die Zahlzeichen.

In der in Crelle's Journal für Mathematik enthaltenen Abhandlung Humboldt's: Ueber die bei den verschiedenen Völkern üblichen Systeme von Zahlzeichen und über den Ursprung des Stellenwerthes in den indischen Zahlen, erwähnt der Verfasser, daß er über diesen Gegenstand schon im Jahre 1819 in der Académie des inscriptions et belles-lettres einen Vortrag gehalten habe, der jedoch nur in einem sehr kurzen Abdruck veröffentlicht worden sei, er habe dann seine Arbeit vervollständigt und publicire nunmehr deren Hauptresultate, da er nicht hoffen dürfe, Muße genug zu finden, sie in ihrer ganzen Ausdehnung herauszugeben.

Hat man sich daran gewöhnt, irgend ein Zeichen als den Repräsentanten irgend einer gewissen Menge von Einheiten zu betrachten, so wird selbst ein wenig ausgedehnter Gebrauch desselben nachweisen, daß man mit einem einzigen Zeichen nicht ausreicht; man muß deren mehrere nehmen. Die Anzahl der üblichen Zeichen kann nur eine beschränkte sein, wenn sie überhaupt eine praktische Anwendung haben soll, und weil man daher nie so viele anwenden kann, als verschiedene Zahlen denkbar sind, so muß irgend eine Gruppirungsmethode erdacht werden, um mit Hülfe derselben auch solche Mengen von Einheiten ausdrücken zu können, für die besondere Zeichen nicht vorhanden sind. Wir haben hier denselben Fall, wie bei der Verbindung von Hieroglyphen oder Buchstaben zu Wörtern und Sätzen, von welcher bereits oben (S. 307 u. ff.) gesprochen wurde.

Untersuchungen über die Zahlensysteme können zwei verschiedene Richtungen verfolgen: sie können sich mit den Formen der angewandten Fundamentalzeichen beschäftigen, wie man die verschiedenen Alphabete vergleichen kann, sie können aber auch ihr Augenmerk auf die Art der Gruppirung bezie-

und dieser letztere Punkt ist es zunächst, den Humboldt unabhängig von dem Aussehen der einzelnen Zeichen verfolgte.

Das Uebergehen von einer Einheit auf die nächst höhere oder das Zählen hat sämmtliche Völker zur Aufsuchung gewisser Ruhepunkte geführt, indem sie je eine bestimmte Anzahl von Einheiten in Gruppen zusammenfaßten, und von der Menge dieser Gruppen auf die Bedeutung größerer Mengen von Einheiten schlossen. Hier macht Humboldt darauf aufmerksam, daß allenthalben die Zahl der Finger und Zehen als natürliche Ruhepunkte benutzt wurden; aber die einen Völker hielten stille, wenn die Zahl der Finger einer Hand erschöpft war, machten also Gruppen von 5, andere verwendeten beide Hände, hatten also 10, und noch andere zogen auch die Füße herbei und machten somit Gruppen von 20. Diese letztere Art war die herrschende im neuen Continent; die Muyscas zählten bis 10 und das Zahlwort 10 war gleichlautend mit Fuß, worauf Fuß eins, Fuß zwei kam und 20 war ein Häuschen. Auch bei den Basken und den kymrischen (galischen) Stämmen des alten Continents, sowie bei den Mandingas in Afrika kommt dieses vor. Humboldt leitet das französische quatre-vingt davon ab und erzählt, daß er in der westlichen Bretagne noch die Zählungsweise zweimal- und dreimalzwanzig gefunden habe, die im Französischen nicht üblich ist. Die Römer gingen nach 5 und nach 10, hatten daher außer 1 besondere Zeichen für 10, 10mal 10 und 10mal 10mal 10, dann für 5, 5mal 10 und 5mal 10mal 10. Im Aztekischen dagegen gibt es ein Zeichen für 20, eine Fahne, für 20mal 20 eine Feder (mit Goldkörnern gefüllt, in einigen Provinzen als Münze benutzt), und für 20mal 20mal 20 ein Säckchen (mit 8000 Cacaobohnen gefüllt, ebenfalls im Tauschhandel vorkommend) und außerdem durch Eintheilung der Fahne in 4 Fächer, die zum Theil colorirt sind, halb-, viertel- oder dreiviertelmal 20.

„Wenden wir," sagt Humboldt, „unsern Blick auf den Ursprung der Zahlen, so finden wir, daß in aufgehäuften Steinchen oder auf den mit Kugeln bedeckten Schnüren der Rechenbretter, Zahlen mit großer Regelmäßigkeit transitorisch geschrieben und gelesen wurden. Die Eindrücke, welche diese Operationen hinterließen, haben überall auf die früheste Zahlengraphik eingewirkt. In den historischen, rituellen und negromantischen Hieroglyphen der Mexicaner, die ich bekannt gemacht, werden die Einheiten bis 19 (das erste einfache Gruppenzeichen ist 20) als große, runde, farbige Körner nebeneinander gestellt, und was sehr merkwürdig ist, die Rechnung geht von der Rechten zur Linken, wie die semitische Schrift. Man bemerkt diese Folge deutlichst bei 12, 15, 17, wo die erste Reihe 10 enthält, und die zweite

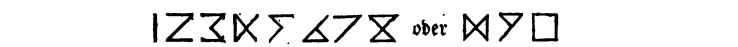
nicht ganz ausgefüllt ist. In den ältesten hellenischen Monumenten, in den Tuskischen Sepulcralinschriften, bei den Römern und Aegyptern sind die Einheiten durch senkrechte Linien bezeichnet. Diese Punkte und Striche, 9 oder 19 an der Zahl, in der denaren oder Vicesimalscala des alten und neuen Continents sind die rohesten aller Bezeichnungen im Systeme der Juxtaposition. Man zählt dann die Einheiten mehr als man sie liest. Das Fürsichbestehen, gleichsam die Individualität einzelner Gruppen von Einheiten als Zeichen, fängt erst an in den Buchstabenzahlen der semitischen und hellenischen Stämme oder bei den Tübetanern und Indern, die durch einzelne ideographische Zeichen 1, 2, 3, 4 ausdrücken. Im altpersischen Pehlwi zeigt sich ein merkwürdiger Uebergang von der rohen Juxtaposition von Einheitszeichen zur isolirten Existenz zusammengesetzter ideographischer Hieroglyphen. Der Ursprung der ersten 9 Ziffern durch Zahl der Einschnitte oder Zähne liegt hier vor Augen; 5—9 sind sogar bloße Verschlingungen der Zeichen 2, 3 und 4, ohne Wiederkehren des Zeichens von 2. In den nicht indischen Systemen des Devanagari, persischen und arabisch-europäischen Ziffern sind nur in 2 und 3 Contractionen von 2 und 3 Einheiten zu erkennen; gewiß nicht in den höhern Ziffern, welche in der indischen Halbinsel auf die sonderbarste Weise von einander abweichen."[1]

Zur Verbindung der einzelnen Gruppenzeichen befolgten die verschiedenen Völker verschiedene Systeme. Humboldt[2] zählt nachstehende auf:

1) Juxtaposition; blos additiv bei Buchstabenzahlen und eigentlichen Ziffern. So Tusken, Römer, Griechen bis zu der Myriade, semitische Stämme, Mexicaner und der größte Theil der Pehlwiziffern.

2) Vervielfachung und Verminderung des Werthes durch darüber oder darunter gesetzte Zeichen. Nach dieser Methode bedeutete bei den Griechen ein Strich unter dem Zahlzeichen dieselbe Zahl mit 1000 multiplicirt, z. B. $\gamma, = 3000$, $\delta, = 4000$, ein senkrechter Strich oben gab einen Bruch an, dessen Zähler die Einheit, dessen Nenner die notirte Zahl war, z. B. $\gamma' = 1/3$, $\delta' = 1/4$; war der Zähler von 1 verschieden, so schrieb man den Nenner

1) Mein Freund, Herr Professor Foltz hat mich darauf aufmerksam gemacht, daß unsre Ziffern, namentlich wenn man ihre Gestalt auf alten Inschriften vergleicht, viele Aehnlichkeit haben mit folgenden Zeichen, welche Theile eines Quadrates mit eingezeichneten Diagonalen ⊠ sind:



2) A. a. O. 221 ff.

wie einen Exponenten an, z. B. $\gamma^{\delta} = {}^{3}/_{4}$.[1] Bei den Chineſen bedeuten horizontale Striche oben einen Factor, mit dem die bezeichnete Zahl zu multipliciren, horizontale Striche unten bedeuten zu addirende Größen. Stellt z. B. χ 10 vor, ſo iſt $\overline{\chi} = 20$, $\underline{\chi}$ 12.

3) Vervielfachung des Werthes durch Coëfficienten. Dieſe Methode iſt eine Anwendung des eben erwähnten, von den Chineſen in verticaler Richtung angewandten Principes in einer horizontalen Reihe, welche bei den Griechen, Armeniern und den tamuliſch redenden Bewohnern des ſüdlichen Oſtindien benutzt wurde. So *βMv* 20000 und *αMvβ* 10002.

4) Vervielfältigung und Verminderung aufſteigend und abſteigend, durch Abtheilung von Zahlſchichten, deren Werth ſich in geometriſcher Progreſſion vermindert. Außer der Anwendung dieſes Syſtems bei Apollonius und Archimedes führt hier Humboldt eine auch bei uns noch übliche Bezeichnungsweiſe der alexandriniſchen Aſtronomen an. Sie hatten Schichten, in denen dieſelben Zahlen abnehmend die Werthe von 1, $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{60.60}$ und $\frac{1}{60.60.60}$ erhielten. Ptolemäus betrachtete den 360. Theil des Kreisumfanges, den Grad als Ganzes, der 60. Theil des Grades, die Minute, erhielt das griechiſche Bruchzeichen, einen Strich (′), die Secunde, als Bruchtheil des Bruches, bekam 2 Striche (″) und die Tertie 3 (‴); die Ganzen oder Grade haben ſpäter das Zeichen (°) bekommen, das bei Ptolemäus und Theon noch fehlt.

Von dieſen Methoden unterſcheidet ſich unſer ſogenanntes indiſches Syſtem dadurch, daß es keine Gruppenzeichen kennt, ſondern die Gruppen durch die Stelle angibt, die es den einzelnen Zeichen anweiſt. Wir gruppiren die Einheitenmenge, die wir angeben wollen, nach Potenzen von 10 und geben durch Ziffern an, wie oft die eine oder die andere Gruppe 10, 100, 1000... genommen werden müſſe. Welche Gruppe wir meinen, dafür nehmen wir kein eigenes Gruppenzeichen, wie etwa die Griechen in *βMv* 20000, wo *β* Zahlzeichen, *Mv* Gruppenzeichen iſt, ſondern geben die gemeinte Gruppe einfach durch die dem Zahlzeichen angewieſene Stelle an.

---

1) Dieſe Benutzung der Striche iſt die des Diophantus. Humboldt ſagt hiezu in einer Anmerkung: „Der Strich, der zu den Buchſtaben oben hinzugefügt wird, blos um anzuzeigen, daß ſie als Zahlen gebraucht werden, muß nicht mit dem Fractionszeichen verwechſelt werden. Auch iſt derſelbe in den älteren mathematiſchen Handſchriften eigentlich nie ſenkrecht, ſondern horizontal, und daher mit dem Fractionszeichen nie zu verwechſeln.

„In der einfachen Herzählung der verschiedenen Methoden," sagt Humboldt[1], „welche Völker, denen die indische Positionsarithmetik unbekannt war, angewandt haben, um die Multipla der Fundamentalgruppen auszudrücken, liegt, glaube ich, die Erklärung von der allmäligen Entstehung des indischen Systems. Wenn man 3568 perpendiculär und horizontal durch Indicatoren schreibt $\overset{3}{M}\overset{5}{C}\overset{6}{X}\overset{8}{I}$, so erkennt man leicht, daß die Gruppenzeichen M, C.. weggelassen werden können. Unsre indischen Zahlen sind aber nichts anderes als die Multiplicatoren der verschiedenen Gruppen. An diese alleinige Bezeichnung durch Einheiten (Multiplicatoren) erinnert ohnedieß der Suanpan mit seinen aufeinanderfolgenden Schnüren der Tausende, Hunderte, Zehner und Einheiten. Diese Schnüre zeigten in dem gegebenen Falle 3, 5, 6 und 8 Kugeln. Hier ist kein Gruppenzeichen sichtbar. Die Gruppenzeichen sind die Stellen selbst, und diese Stellen (Schnüre) sind mit den Einheiten (Multiplicatoren) gefüllt. Auf beiden Wegen, der figurativen (schreibenden) und palpabeln (betastenden) Arithmetik gelangt man also zur indischen Position. Ist die Schnur leer, die Schicht im Schreiben offen, fehlt eine Gruppe (ein Glied der Progression), so wird die Leere graphisch durch den Hieroglyphen des Leeren, einen unausgefüllten Kreis: Sûnya, Sifron, Tzüphra ausgefüllt."

Ob das einfache indische Positionssystem seinen Weg in die Abendländer durch den Aufenthalt des gelehrten Astronomen Rihan Muhammed ebn Achmet Albiruni in Indien, wie Sedillot glaubt, oder durch maurische Zollbeamte an der nordafrikanischen Küste und den Verkehr der italiänischen Kaufleute mit diesen Zollbeamten gefunden habe, läßt Humboldt unentschieden. Für eben so ungewiß hält er es, ob das Positionssystem trotz des Alters der indischen Cultur schon zur Zeit des macedonischen Feldzugs dort bekannt war, da Alexander der Große nicht bis zu den cultivirteren Völkern Indiens vordrang, was erst bei Seleucus Nicator der Fall war, der bis zum Ganges kam. Da noch dazu in Indien neben dem Positionssysteme noch andere üblich waren, wie z. B. das tamulische, welches den Stellenwerth nicht kannte, so hält er es nicht für unmöglich, daß Alexander und seine Nachkommen bei ihrem temporären Vordringen nicht mit Nationen in Contact kamen, bei welchen die Positionsmethode ausschließlich vorherrschte.

1) A. a. O. 226.

Schluss.

Am Eingange der vorstehenden drei Abschnitte, in welche ich das Leben Alexander's v. Humboldt theilen zu müssen glaubte, habe ich eine Charakteristik gegeben, welche die Unterscheidungsmerkmale der drei Epochen in Kürze angibt. Mit den zunehmenden Lebensjahren Humboldt's sehen wir ein wachsendes Bestreben, den reichen Schatz von Erfahrungen, in dessen Besitze wir ihn finden, zu ordnen und die scheinbar isolirt stehenden Thatsachen zu vereinen, ein Bestreben, dessen Höhenpunkt wir im Kosmos finden.

Vergleicht man die einzelnen Abschnitte mit einander, so findet man, daß der erste von den folgenden sich weit mehr unterscheidet, als diese beiden unter sich und es ließe sich nicht ohne innere Begründung der Satz durchführen, daß er sich zu ihnen etwa so verhalte, wie das Vorspiel eines Dramas zu dessen Acten.

Im ersten Abschnitte sehen wir in Humboldt den talentvollen und eifrigen Jünger der Wissenschaft, der durch glückliche Verhältnisse begünstigt schon früh den Umgang der berühmtesten Männer seiner Zeit genießt. Die Anregung, welche diese Gelehrten, die Vertreter der verschiedensten Fächer auf ihn ausübten, zeigt sich wie im Spiegelbilde in den Arbeiten seiner Jünglingsjahre, denn Abhandlungen über Geologie und Meteorologie, beschreibende Botanik und Anatomie, Pflanzen- und Thierphysiologie, Physik und Chemie kommen im buntesten Wechsel darin vor.

Bekanntlich haben die jungen Leute an den Gymnasien, und wie diese Bildungsanstalten alle heißen mögen, eine Reihe von Gegenständen zu erlernen, deren Kenntniß ihnen im praktischen Leben von manchfachem Nutzen sein kann, die aber doch mit den eigentlichen Fachwissenschaften in einem etwas losen Zusammenhange stehen. Etwas Aehnliches sehen wir bei Humboldt, aber während ein Anderer froh ist, seine Examina hinter sich zu haben, und sich nun frisch daran macht, von dem Erlernten möglichst viel in möglichst kurzer Zeit zu vergessen, sehen wir bei Humboldt auch in seinen späteren Jahren noch die Nachklänge seines früheren Studiums. So bilden die Abhandlungen über die elektrischen Fische eigentlich eine Fortsetzung der

Untersuchungen über die Reizbarkeit der Muskel- und Nervenfaser. Man verliert die Kenntniß irgend eines erlernten Gegenstandes um so leichter, je geringer der Schaden des Verlustes ist, man vergißt ihn um so früher, je geringer die Meisterschaft war, die man sich erworben hatte.

Von den drei für einen bemerkenswerthen Fortschritt wesentlichen Factoren, der Fassungsgabe, dem Gedächtnisse und dem Fleiße, soll Humboldt in seinen Knabenjahren, in denen er körperlich viel zu leiden hatte, des ersteren nicht allzuviel gehabt haben[1], doch trat in dieser Beziehung bei Zeiten eine vortheilhafte Aenderung ein, während der zweite, das Vermögen sich an einzelne Thatsachen zur rechten Zeit zu erinnern, ihm wenigstens von dem Beginne seiner wissenschaftlichen Thätigkeit an in hohem Grade eigen war. Daß er einen außerordentlichen Fleiß gehabt haben müsse, geht schon aus seinen ersten Schriften hervor, wenn man die große Menge der verschiedenen Werke berücksichtigt, die darin citirt sind, und mit denen er sich doch vertraut gemacht haben muß. Bald, namentlich in den Versuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfaser gut bemerkbar, gesellte sich noch ein weiteres Moment zu den drei genannten, nämlich der persönliche Umgang mit den größten Männern seiner Zeit, deren befruchtende Ideen in dem für alles Erhabene begeisterten jungen Manne die schönsten Keime entwickeln halfen.

Humboldt mag wohl mit Privatprüfungen wenig zu thun gehabt haben; dafür machte er in seinen ersten Werken öffentliche Examina, in denen er das Erlernte mit seinen neuen Forschungen vereinigte. Die Gelehrten, mit denen er umging, gehörten den verschiedensten Zweigen der Wissenschaft an, und er, fast gleich von Allen angeregt, versuchte sich im Fache eines jeden. Nur auf diese Weise läßt es sich erklären, wie Humboldt noch ehe er 30 Jahre alt war, so ganz heterogene Gegenstände bearbeiten konnte. Selbst in der gegenwärtigen Zeit, in der doch so manche Lücke ausgefüllt ist, die vor 60 Jahren noch die einzelnen Fächer trennte, und in der diese Zweige einander wenigstens viel näher gebracht sind, als sie es damals waren, erscheinen manche der Gegenstände, die Humboldt bearbeitete, als vollkommen von einander unabhängig, wie z. B. die systematische Botanik, die in der Flora Fribergensis, und die Physiologie der Thiere, die in den Versuchen über die gereizte Muskelfaser vertreten ist.

Bis zur Reise nach Amerika finden wir bei Humboldt eine Art von Gleichberechtigung aller Zweige wenigstens der Naturwissenschaften; von einem eigentlichen Fache ist hier nicht die Rede, wohl aber ist dieses der Fall

1) Klenke, Alexander v. Humboldt, 2. Aufl. 19.

von dem Antritte der Reise an, denn nun sehen wir alsbald die *physische Erdbeschreibung* im Vordergrunde, und diese können wir als das eigentliche Fach *Humboldt's*, das er als seinen Lebensberuf erwählte, betrachten. Die Arbeiten *Humboldt's* aus dem ersten Abschnitte verhalten sich daher zu denen der folgenden etwa so wie die Früchte der Studienjahre zu denen der Praxis.

Doch was ist die physische Erdbeschreibung? Durch einfache sinnliche Wahrnehmung wird uns Kunde von einer großen Anzahl von Thatsachen, die in der Welt rings um uns vor sich gehen und deren einfache Notirung uns zunächst obliegen wird. Bereits oben (S. 5) habe ich angedeutet, daß mit der einfachen Constatirung der Thatsachen noch nicht Alles geschehen sei, sondern daß man noch den Zusammenhang der einzelnen Erscheinungen *unter sich* aufzusuchen habe. Diesen zweiten Theil der Arbeit wollen wir nun wieder in zwei verschiedene Aufgaben sondern. Genauere Untersuchung und Vergleichung zeigt, daß alle Erscheinungen einer bestimmten Ordnung unterliegen und es ergibt sich daher die Nothwendigkeit, diese zu suchen und festzusetzen, wie eine Aenderung in den Nebenumständen einen Wechsel in der beobachteten Erscheinung selbst hervorbringt. Ist dieses geschehen, so bleibt als letzte Arbeit das Aufsuchen der Ursache, *warum* dieses oder jenes so und nicht anders geschehen könne.

Die Objecte sinnlicher Wahrnehmung sind nicht allenthalben auf der Erde dieselben, denn wenn z. B. an der einen Stelle das Auge, so weit es reicht, nichts als eine einförmige Ebene wahrzunehmen vermag, wird es an einem andern Orte durch die kühnen Formen hoch in die Luft sich erhebender Berge überrascht, oder der vorher feste Boden macht den beweglichen Wogen des weiten Oceans Platz. An dem einen Orte der Erde fühlen wir eine unerträgliche Hitze, während wir an dem andern Alles aufbieten müssen, um durch künstliche Mittel unsre Glieder vor dem Erstarren zu schützen. Gleiche Verschiedenheit beobachten wir in der Vertheilung der organischen Geschöpfe u. s. w., und indem wir die Charaktere der einzelnen Punkte der Erde in jeder dieser Beziehungen feststellen, beschäftigen wir uns mit einem Zweige der physischen Erdbeschreibung, die uns die Aenderungen lehrt, welche unsre sinnlichen Wahrnehmungen erfahren, wenn wir von dem einen Orte der Erde zum anderen gehen.

Alles, was in der Welt vorgeht, ist gewissen unabänderlichen Normen, Gesetzen unterworfen. Lassen wir einen Körper im luftleeren Raume fallen, so verhalten sich die in gleichen auf einander folgenden Zeiten zurückgelegten Strecken wie die Zahlen 1, 3, 5 u. s. w. Macht der Körper in der ersten

Secunde den Weg 1, so wird er in der zweiten einen dreimal, in der dritten einen fünfmal so großen zurücklegen. Die Wirkung, die ein Pol eines Magnetstabes auf einen Pol eines andern ausübt, nimmt (sei sie anziehend oder abstoßend) ab, wie das Quadrat der Entfernung wächst, sie beträgt daher in der Entfernung 2 den vierten, in der Entfernung 3 den neunten Theil dessen, was sie in der Entfernung 1 zeigte.

Die Ergründung der vorstehenden Normen sind Aufgaben aus der Physik. Die so gefundenen Gesetze sind allgemein gültig für die ganze Erde; aber neben ihnen gibt es noch etwas Anderes. Wenn auch die Zunahme der Fallräume (wenn man die dem Erdschwerpunkte zunächst liegenden Stellen etwa ausnimmt) überall demselben Gesetze gehorcht, so ist dafür der Raum, der in der ersten Secunde zurückgelegt wird, in den einzelnen Breiten verschieden. Ebenso ist zwar die erwähnte Einwirkung der Magnetpole auf einander überall zu beobachten, aber die Magnetnadel wird, wenn sie sich frei nach allen Richtungen wenden kann, an irgend einem Orte der Erde eine bestimmte Stellung auswählen; sie wird eine gewisse Declination und Inclination zeigen. Beides ändert sich im Allgemeinen, wenn man einen andern Beobachtungsort wählt, diese Aenderung wird in irgend einer Norm vor sich gehen, und das Aufsuchen dieser Norm ist eine Aufgabe der physischen Erdbeschreibung.

Analog dem vorhergehenden Beispiele läßt sich der Zusammenhang und der Unterschied, also das Verhältniß der übrigen Zweige der Naturwissenschaften zur physischen Erdbeschreibung durchführen und *letztere sucht daher die Normen auf, nach denen die Erscheinungen der Natur an den verschiedenen Punkten der Erde wechseln.* Was allenthalben auf der Erde dasselbe bleibt, gehört der Physik, Mineralogie u. s. f. an, was aber an den verschiedenen Punkten sich ändert, gehört zur physischen Erdbeschreibung.

Hieraus erhellt, daß die physische Erdbeschreibung von den übrigen Zweigen der Naturwissenschaften wesentlich verschieden ist; aber nichtsdestoweniger beruht sie darauf, denn wie will man die Unterschiede zwischen der Flora des einen Landes und der des andern feststellen, ohne, was die Botanik verlangt, die einzelne zu kennen? Würde jemand die Aenderungen der magnetischen Erscheinungen in den einzelnen Gegenden der Erde untersuchen wollen, ohne die Gesetze zu kennen, denen die Magnetnadel überall gehorcht, wie z. B. die Beziehungen zu in der Nähe befindlichem Eisen oder Stahl, das Verhalten zu elektrischen Strömen oder zur Wärme, so würde er schon rücksichtlich der Behandlung seiner Instrumente in tausend Irrthümer verfallen.

Wer also die gesammte physische Erdbeschreibung fördern will, muß gleichzeitig Physiker, Botaniker, Geologe u. s. w. sein, und das finden wir bei Humboldt. Er hat dasjenige naturwissenschaftliche Fach erwählt, welches die meisten Vorkenntnisse erfordert, soviel nämlich, als alle andern zusammen.

Wenn ich eben gesagt habe: die gesammte physische Erdbeschreibung — so ist dieses absichtlich geschehen, denn einen Theil derselben bedarf der Forscher jedes einzelnen Faches. Jede Pflanze gebraucht zu ihrem Gedeihen gewisse äußere Einflüsse; sie kann nicht leben, wenn man ihr das Wasser, das Licht, eine bestimmte Menge von Wärme u. s. w. entzieht. Verfolgen wir nun aufmerksamen Blickes die Reihenfolge der Erscheinungen, etwa bei einer Pflanze, so wird deren Samen sich in der Nähe der Mutterpflanze ansiedeln und die Folge wird sein, daß nunmehr eine größere Fläche mit Exemplaren derselben Art versehen ist. In der nächsten Generation setzt sich dieses fort und der bedeckte Boden wird immer größer; aber wenn dieses so fortgeht, so ändert sich bei steter Ausdehnung der Gränzen nach und nach der Boden, es ändert sich die Wärme, kurz es tritt ein Wechsel in den äußern Verhältnissen ein und die Pflanze, die am ursprünglichen Standorte im üppigsten Gedeihen war, prosperirt weniger in der neuen Heimath, ihr Gedeihen wird zuletzt zur Unmöglichkeit und sie hört auf. Darum hat jedes Gewächs nur einen bestimmten Bezirk oder gewisse Localitäten, an denen es fortkommen kann. Da wo eine Pflanze ist, kann keine andere sein. Setzen wir mehrere derselben neben einander hin, und überlassen wir sie sich selbst, so werden sie den Boden unter sich theilen. Sagen die äußern Umstände allen in gleicher Weise zu und besitzen die Pflanzen gleiche Zähigkeit oder Lebensfähigkeit, so wird es sich zunächst darum handeln, welche Art zuerst ein gewisses Stück Boden besetzt hat, und das Terrain wird ein Durcheinander der verschiedenen sich das Gleichgewicht haltenden Gewächse zeigen. Aendern sich nun in einiger Entfernung die äußern Einflüsse, so werden diese der einen Art weniger zusagen als der andern, und letztere bekommt nunmehr die Oberhand, um vielleicht eine Strecke weiter einer dritten Platz zu machen. So geht dieser Wechsel über die ganze Erde hin. Es ist nun eine rein botanische Aufgabe, die Eigenthümlichkeiten der Flora eines gegebenen Landstriches anzugeben, ihre einzelnen Formen zu bezeichnen und sie zu beschreiben. Geht aber der Botaniker weiter und fragt: warum ist diese Pflanze wohl da und nicht an jenem zweiten Orte vertreten, so muß er die Beantwortung seiner Frage von der physischen Erdbeschreibung erwarten, die ihm sagen wird, welche äußere Umstände sich geändert haben, und wir sehen daher die Botanik abhängig von einzelnen Theilen der letzteren Wissenschaft. Ich erinnere

nun an die dreifache Aufgabe, welche, wie ich oben erwähnte, der Naturforscher zu lösen hat. Während in den beiden ersten Theilen die physische Erdbeschreibung auf den einzelnen Disciplinen beruht, ist sie in der dritten das Band, das sie alle umschließt. Die physische Erdbeschreibung ist das Dach, das zwar auf den Säulen des Gebäudes ruht, aber sie auch zugleich verbindet, sie ist aus diesem Grunde jedem einzelnen Zweige unentbehrlich, und darauf beruht der wohlthätige Einfluß, den ihr Meister Humboldt auf die gesammten Naturwissenschaften ausübte, denn mit der Gesammtheit aller Zweige der Naturwissenschaften bekannt wie kein Zweiter, wußte er am besten die Verbindungsglieder derselben aufzufinden.

Welchen Nutzen die Vergleichung der auf der ganzen Erde vorkommenden Erscheinungen, die zunächst Aufgabe der physischen Erdbeschreibung ist, biete, zeigt ganz deutlich die Geschichte der Geologie. Das eigenthümliche Auftreten der Basalte in Deutschland war die Ursache, daß man dieselben lange Zeit für Gebilde des Wassers hielt, und erst die Vergleichung mit den Basalten der Auvergne brachte diese Theorie zum Wanken; es trat die vulcanistische an die Reihe, die ihrerseits wieder durch Humboldt's Beobachtungen in Südamerika ausgebildet wurde. Wie weit wären wir noch zurück in der Ableitung der Gesetze der Meteorologie, wenn nicht die Beobachtung der Passate und der meteorologischen Phänomene der Tropen überhaupt den Schlüssel dazu gegeben hätten? Hier begegnen wir abermals Humboldt, der auf den entlegensten Punkten der Erde seine Beobachtungen angestellt hat. Aus dem Vorkommen einiger Pflanzen in Asien schloß er auf die Unmöglichkeit der großen Erhebungen, die man früher dort annahm (vergl. S. 357) und so benutzte er die Erfahrungen der Botanik zur Ausbildung der Geographie.

Verfolgt man den Gang, den eine abstracte Wissenschaft, wie etwa die Mathematik, beobachtet, um denjenigen, der sich ihrem Studium widmet, mit dem bekannt zu machen, was sie bereits errungen hat, so zeigt sich, daß unter Voraussetzung irgend eines bekannten Satzes ganze Reihen anderer abgeleitet werden können, von denen immer der nachfolgende mit dem vorausgehenden so in Zusammenhang gebracht werden kann, daß wir ihn als seine Folge betrachten dürfen. Es läßt sich das Ganze so einrichten, daß es einer Kette nicht unähnlich wird, bei der immer das eine Glied als von dem vorhergehenden abhängig betrachtet werden kann. Anders ist dieses bei den Naturwissenschaften. Zwar ist es nicht unmöglich, daß dereinst die die Welt zusammensetzenden Stoffe oder Elemente sich auf einige wenige von einander specifisch verschiedene reduciren, daß es nur ein paar Kräfte gibt, deren Wirkung

auf die materielle Subſtanz dieſe veranlaßt, ſich zu bewegen und ſo eine Erſcheinung, einen Vorgang zu Stande zu bringen, und wir hätten auch ſo das Ganze auf nur wenige Axiome zurückgeführt; aber Alles in der Natur wirkt nach den ihm gegebenen Geſetzen gleichzeitig durcheinander und die verſchiedenen Naturerſcheinungen bieten nicht das Bild einer Kette, ſondern eines Netzes, in dem jede Maſche nicht allein mit der vorausgehenden und der nachfolgenden, ſondern auch mit den ſeitlich ſtehenden verbunden und von ihnen abhängig iſt. Dadurch wird jede Naturerſcheinung mit allen übrigen in Zuſammenhang gebracht, und weil alle Verſchiedenheiten der Materie ſowohl als auch der Kräfte zuſammenwirken, erſcheint das ganze All, das wir mit Welt bezeichnen, als ein vielgliedriger wunderbarer Bau, der trotz der äußerſten Verſchiedenheit ſeiner einzelnen Vorgänge ſeine Einheit und Größe bewahrt.

Die Darſtellung dieſes Alls iſt es, was Humboldt in ſeinem Kosmos beabſichtigte; wir finden daher, daß er am Ende ſeines Lebens das von ihm bearbeitete Fach weiter ausdehnte, da er früher ſich zunächſt auf die Erde beſchränkt hatte, denn im Kosmos iſt auch die Welt der Sterne eingeſchloſſen, und wir haben alſo in ihm eine phyſiſche Weltbeſchreibung, im Unterſchiede von der Erdbeſchreibung, die in den übrigen Werken Humboldt's den erſten Platz einnimmt.

Etwas Aehnliches wie von den naturwiſſenſchaftlichen Arbeiten Humboldt's läßt ſich auch von den hiſtoriſchen ſagen, die ſich bis zu einem gewiſſen Grade als ein zweites Fach betrachten laſſen. Die Aufgabe, die er ſich auf dieſem Felde geſetzt hat, iſt nicht die politiſche Geſchichte, ſondern die Geſchichte der Geographie; aber gerade dieſer Zweig iſt es wieder, der zu denen gehört, welche am meiſten Vorkenntniſſe erfordern. Geſchichtliche Werke in der Art und Weiſe bearbeitet, wie wir ſie von Humboldt durchgeführt ſehen, erfordern einen Mann, der zu gleicher Zeit Philologe, Phyſiker, Aſtronom und Geograph iſt, denn ein anderer wüßte jedenfalls die Quellen nicht zu verſtehen, oder da, wo naturwiſſenſchaftliche Gegenſtände, wie Magnetismus, Ortsbeſtimmung u. dgl. zu beſprechen ſind, nicht zu behandeln. Nur dann, um hier einen Fall anzuführen, wenn man zu gleicher Zeit Hiſtoriker und Botaniker iſt, wird es möglich, das Roherz, das in alten Quellen vorkommt, in Münze zu verwandeln, und die faſt zufälligen Bemerkungen alter Schriftſteller über da und dort beobachtete Gewächſe von der pflanzengeographiſchen Seite aus zu verwenden.

Ich habe ſoeben angeführt, daß Humboldt in ſeinem letzten Werke, dem Kosmos, das ganze All in ſeinem Zuſammenhange, ſoweit er bisher

aufgefunden wurde, zusammengefaßt hat. Im zweiten Bande dieses Werkes gab er die allmälige Entwicklung der Lehre von der Betrachtung der Natur als einem einigen Ganzen, also die Geschichte seines Gegenstandes, und da in derselben die Geschichte der Geographie wieder eine Hauptrolle spielt, finden wir im Kosmos nicht nur die Resultate seiner naturwissenschaftlichen, sondern auch seiner historischen Forschungen vereinigt, und beide bilden zusammen wieder ein einiges Ganzes. Der Kosmos ist daher für beide Fächer Humboldt's (wenn man die Theilung gelten lassen will) als Abschluß zu betrachten.

Es bliebe nun übrig, nachzuweisen, wie weit die Wissenschaft eines jeden der im Vorstehenden besprochenen Gegenstände bis jetzt gediehen sei, doch glaube ich, da die jeweiligen Lücken dem aufmerksamen Leser selbst auffallen müssen, mich eines Weiteren enthalten zu dürfen. Nehmen wir die 3 Stufen der Wissenschaft: einfache Constatirung der Thatsachen, Auffindung der Normen, nach denen dieselben sich regeln, und Feststellung der Ursachen, die den Normen zu Grunde liegen, als Ausgangspunkte an, so zeigt sich, wenn wir 2 Gegenstände, etwa die Geographie und die Verbreitung der Wärme herausheben, folgender Unterschied. Am weitesten zurück ist zur Zeit noch die Geographie, denn sie geht kaum über die erste Stufe hinaus. Wir sind genöthigt, die Umrisse des festen Theiles der Erdoberfläche, sowie seine Niveauverhältnisse als etwas Gegebenes anzunehmen. Ueber die Gesetzmäßigkeit der Vertheilung von Wasser und Land, von Höhe und Tiefe, und über die Ursache, warum gerade da eine Niederung ist und nicht anderswo, davon wissen wir soviel wie nichts. Betrachten wir dagegen die Wärme, so zeigt sich eine weitaus bessere Entwickelung des Gegenstandes. Die Constatirung der Wärmeverhältnisse einzelner Punkte führte Humboldt auf die Isothermen und auf das Gesetz, nach dem die Wärme gegen die Höhe zu abnimmt, also auf die Normen der Wärmevertheilung, und wie sich aus seiner Asie centrale ergibt, haben wir ihm auch eine Abhandlung über die Ursachen zu verdanken, welche bei der Vertheilung der Isothermen thätig sind. Die Lehre von der Vertheilung der Wärme ist jedoch noch nicht zur völligen Reife gediehen, und die Hauptschuld hieran trägt die geringe Entwicklung der Lehre von den Normen, nach denen das Relief der Erde sich regelt, das Zurückbleiben der geographischen Kenntnisse. Im Zustande voller Entwicklung sollte die Lehre von der Wärmeverbreitung es möglich machen, ohne vorausgegangene Beobachtung, die irgend wo zu einer Zeit vorhandene Wärme anzugeben, wie die Astronomie auch die jeweilige Stellung eines beliebigen Sternes angibt; aber daß dieses Ideal nicht erreicht wird, daran trägt zu-

nächst der Umstand Schuld, daß man auch das Gesetz, nach dem das Relief der Erde gebildet ist, nicht kennt.

Der Gedanke, daß alle Naturerscheinungen unter einander im Zusammenhange stehen, ist nicht neu, denn wir finden ihn schon bei den Systemen der altgriechischen Philosophen; aber während diese glaubten, nach Zugrundelegung einiger einfachen Sätze alles Uebrige durch Vernunftschlüsse daraus ableiten zu können, sehen wir bei Humboldt den entgegengesetzten Weg: er versuchte stets Hand in Hand mit der Erfahrung erst die Normen zu ermitteln, nach denen die Naturerscheinungen eintreten, um damit möglich zu machen, die wirkenden Ursachen abzuleiten. Wohl mag der erstere Weg der bequemere, der einfachere sein, der letztere ist dafür sicherer. Wer bürgt dafür, daß die angenommenen Ursachen auch die richtigen sind, und wie sieht es mit den Schlüssen aus, wenn man von falschen Prämissen ausgeht? Selbst angenommen, man habe durch einen glücklichen Wurf den innern Zusammenhang der Dinge wirklich errathen, muß nicht der erste Fehler, und wie leicht ist ein solcher gemacht, alles Nachfolgende unrichtig machen? Muß man sich nicht alsbald verirren, sowie man im Labyrinthe der Erscheinungen den Ariadnefaden der Erfahrung verliert? Der Erfolg gestattet uns die Antwort auf diese Fragen. Bisher sind noch alle naturphilosophischen Systeme ohne eine Frucht getragen zu haben zersplittert, während das, was man von den Problemen der Naturerscheinungen enträthselt hat, einzig und allein der Beobachtung zu verdanken ist.

Ich habe im Vorstehenden oft Gelegenheit gehabt, darauf hinzuweisen, wie durch übertriebene Anwendung an und für sich vorzüglicher Leistungen so manche irrthümliche Ansicht sich in die Wissenschaft eingeschlichen hat, und daß, nachdem der Irrthum erkannt wurde, sich leicht eine Neigung zu erkennen gab, von den aus diesen Leistungen abgeleiteten Schlüssen nicht nur die irrthümlichen wegzustreichen, sondern noch einige berechtigte dazu. Etwas Aehnliches scheint mir auch bei der Philosophie stattzufinden. Durch die Werke des unsterblichen Kant veranlaßt, hatten die Deutschen am Ende des vergangenen und am Anfange dieses Jahrhunderts eine Vorliebe für die idealistische Philosophie gefaßt, deren übertriebene Anwendung auf die Naturwissenschaften zum großen Theile die Schuld trägt, daß bei den bedeutenden Entdeckungen der damaligen Zeit die Deutschen nicht in der Weise vertreten sind, die man sonst zu gewahren gewohnt ist. Dafür ist in der gegenwärtigen Zeit bei den manchfachen Widersprüchen zwischen den Ergebnissen der Philosophie und den Ansichten der empirischen Naturforscher, die Philosophie wohl etwas mehr in Mißcredit gekommen, als ihr gebührt.

Humboldt's Ansicht von der Naturphilosophie gibt wohl folgende Stelle[1] am besten an: „Der Inbegriff von Erfahrungskenntnissen und eine in allen ihren Theilen ausgebildete Philosophie der Natur (falls eine solche Ausbildung je zu erreichen ist) können nicht in Widerspruch treten, wenn die Philosophie der Natur, ihrem Versprechen gemäß, das vernunftmäßige Begreifen der wirklichen Erscheinungen im Weltall ist. Wo der Widerspruch sich zeigt, liegt die Schuld entweder in der Hohlheit der Speculation, oder in der Anmaßung der Empirie, die mehr durch die Erfahrung erwiesen glaubt, als durch diese begründet wird."

Neben der Vorliebe für die Philosophie hatten wir damals in Deutschland die Blüthezeit unsrer großen Dichter. Schiller und Göthe, und der namentlich durch Ersteren angeregte schwärmerische, stets in höheren Regionen sich aufhaltende Idealismus paßte wenig zu der ruhigen und kalten Ueberlegung, welche die empirische Naturforschung erheischt. Humboldt war von Anfang an ein Anhänger dieser letzteren und wenigstens in seinen Schriften hat stets der Verstand den Vorrang vor dem Gefühle.

Die ersten Urtheile, welche Humboldt und Schiller gegenseitig über einander fällten, waren daher nicht günstig. Während Humboldt's Bruder Wilhelm Schiller's und Göthe's poetische Erzeugnisse bewunderte, tadelte Alexander den Ersteren als einen, der entlehnte Gedanken in unleidlichen Bombast kleide und studirte von Letzterem nur die Schriften, welche die Mit- und Nachwelt übersah, nämlich dessen naturwissenschaftliche Arbeiten.[2] Ueber das Urtheil Schiller's über Humboldt finden wir in v. Martius Denkrede auf den letzteren folgende dem 4. Bande des Schiller-Körner'schen Briefwechsels entnommene Sätze. „Körner schreibt an Schiller aus Dresden am 21. Juli 1797: Alexander v. Humboldt ist mir ehrwürdig durch den Eifer und Geist, mit dem er sein Fach betreibt. Für den Umgang ist Wilhelm genießbarer, weil er mehr Ruhe und Gutmüthigkeit hat. Alexander hat etwas Hastiges und Bitteres, das man bei Menschen von großer Thätigkeit häufig findet. Hierauf gibt Schiller aus Jena unter dem 6. August 1797 folgende auffallende Antwort: Ueber Alexander habe ich noch kein rechtes Urtheil; ich fürchte aber, trotz aller seiner Talente und seiner rastlosen Thätigkeit wird er in seiner Wissenschaft nie etwas Großes leisten. Ich kann ihm keinen Funken

1) Kosmos I. 69.

2) Memoiren Alexander v. Humboldt's. 1. Lief. S. 9. Leipzig, 1860, bei Schäfer.

eines reinen objectiven Interesse abmerken — und wie sonderbar es auch klingen mag, so finde ich in ihm, bei allem ungeheuren Reichthum des Stoffs eine Dürftigkeit des Sinnes, die bei dem Gegenstande, den er behandelt, das schlimmste Uebel ist. Es ist der nackte, schneidende Verstand, der die Natur, die immer unfaßlich und in allen ihren Punkten ehrwürdig und unergründlich ist, schamlos ausgemessen haben will, und mit einer Frechheit, die ich nicht begreife, seine Formeln, die oft nur leere Worte und immer nur enge Begriffe sind, zu ihrem Maaßstabe macht. Kurz, mir scheint er für seinen Gegenstand ein viel zu grobes Organ und dabei ein viel zu beschränkter Verstandesmensch zu sein; er hat keine Einbildungskraft, und so fehlt ihm nach meinem Urtheil das nothwendigste Vermögen zu seiner Wissenschaft — denn die Natur muß angeschaut und empfunden werden in ihren einzelnsten Erscheinungen, wie in ihren höchsten Gesetzen. Alexander imponirt sehr Vielen, und gewinnt in Vergleichung mit seinem Bruder meistens, weil er sich geltend machen kann. Aber ich kann sie dem absoluten Werthe nach gar nicht mit einander vergleichen: so viel achtungswürdiger ist mir Wilhelm."

„Darauf entgegnete Körner: Dein Urtheil über Alexander v. Humboldt scheint mir doch fast zu streng. Sein Buch über die Nerven habe ich zwar nicht gelesen, und kenne ihn fast nur aus dem Gespräch — aber gesetzt, daß es ihm auch an Einbildungskraft fehlt, um die Natur zu empfinden, so kann er doch, däucht mich, für die Wissenschaft Vieles leisten. Sein Bestreben, Alles zu messen und zu anatomiren, gehört zur scharfen Beobachtung und ohne diese gibt es keine brauchbaren Materialien für den Naturforscher. Als Mathematiker ist es ihm auch nicht zu verdenken, daß er Maaß und Zahl auf Alles anwendet, was in seinem Wirkungskreise liegt. Indessen sucht er doch die zerstreuten Materialien zu einem Ganzen zu ordnen, achtet die Hypothesen, die seinen Blick erweitern, und wird dadurch zu neuen Fragen an die Natur veranlaßt. Daß die Empfänglichkeit seiner Thätigkeit nicht das Gleichgewicht hält, will ich wohl glauben. Menschen dieser Art sind immer in ihrem Wirkungskreise zu beschäftigt, als daß sie von dem, was außerhalb vorgeht, große Notiz nehmen sollten. Dies gibt ihnen das Ansehen von Härte und Herzlosigkeit."

„Es wäre müßig," sagt v. Martius[1] über diese Briefe, „in Körner's Sinne den großen Gelehrten gegen den großen Dichter zu vertheidigen. Außerordentliche Thaten haben das Schiefe, Unrichtige und Ungerechte

1) A. a. O. S. 5.

in diesem Urtheile (das Humboldt selbst [Briefwechsel mit Varnhagen S. 289] wie eine augenblickliche Aufwallung übersah) bereits gerichtet."

„Dagegen ist es nicht ohne Interesse nachzuspüren, wie es wohl kam, daß Humboldt einen so ungünstigen Eindruck auf Schiller machte. Es begegnet uns hier eine tiefe Ungleichartigkeit der geistigen Naturen, Realität und Idealität im schneidenden Gegensatze. Aber gerade in dieser scharfen Ausprägung Beider gründet Beider außerordentliche Wirkung auf Mit- und Nachwelt. In Humboldt culminirte schon damals, bevor er noch das Weltganze zu überblicken Gelegenheit gehabt hatte, das mathematische Element. Er rang nach Gesetzen, die er in Maaß und Zahl anschaute. In Schiller, dem philosophischen Dichter, thronte die Idee, er rang nach der Ursache. Humboldt schätzte im Wissen von jeder Einzelheit einen Fortschritt, er beherrschte schon damals Vieles und das Mannichfaltigste mit einer wunderbaren Gedächtnißkraft. Er strömte diesen Reichthum in blendendster Energie aus. Er verlangte nur nach dem, was zu wissen möglich. Er hatte bereits einem wichtigen Administrationszweig (dem Berg- und Hüttenwesen der fränkischen Fürstenthümer Ansbach und Baireuth) als oberster Leiter vorgestanden. Vielartige praktische Kenntnisse, Amt und äußere Lebensstellung gewährten ihm gesellige Sicherheit, Bestimmtheit des Ausdrucks, Schärfe des Urtheils, wie sie dem speculativen Dichter voll Feuer und Empfindung noch nie entgegengetreten waren. Schiller war ohne mathematische Bildung; er verehrte im All ein unnahbares Räthsel, er faßte alle Strahlen des Wissens, die er von der Natur empfing, in der Idee des Organismus, zumal in der des Geistes, der diesen belebt und individualisirt. So darf es uns nicht wundern, daß ihn Alexander v. Humboldt's vielseitiges mit mathematischer Bestimmtheit ausgeprägtes, mit Superiorität ausgesprochenes Wissen beengte, ja verletzte."

„Aber als sehr bedeutsam für die Geschichte von Humboldt's Bildungsgang mögen wir es hinnehmen, wenn der tief und fein fühlende dichterische Denker ihm „bei allem ungeheuren Reichthum des Stoffes Dürftigkeit des Sinnes" zuschreibt. Wir können nicht wohl annehmen, daß Schiller hierunter etwas Anderes gemeint habe, als den Mangel an übersinnlicher Vertiefung in das Object, an philosophischer Bewältigung der Thatsachen, deren er aus exacter Forschung bereits einen reichen Schatz gesammelt hatte."

„Es ist aber der Naturforscher zuvörderst auf die sinnliche Vertiefung in das concrete Object angewiesen, dann mit vielartiger Einsicht bereichert, als Naturgelehrter, auf die Verarbeitung, und die harmonische Verket-

tung der Thatsachen, ohne sich an einen speculativen Abschluß unserer Erkenntniß zu wagen: in sofern mochte Schiller's Urtheil zumal damals eine gewisse Berechtigung haben. Es war dies nämlich die Zeit, in welcher man begann den Abschluß unserer Kenntnisse von natürlichen Dingen aus der Speculation zu erwarten. Von diesem Zwecke aber hat sich Humboldt's geistiger Lebensgang immer entschiedener abgewendet, obwohl er ihm schon unter dem früheren Eindrucke der „Naturphilosophie" eine Realität zuerkannte. An der äußerlichen Sinnesbethätigung Humboldt's, concreten Objecten gegenüber, konnte Schiller wohl schon damals nicht zweifeln, Humboldt hatte sich bereits auf dem Felde der passiven, wie der activen (experimentellen) Beobachtung bewährt. Allerdings aber erprobte sich der Naturforscher Humboldt erst später in einer Schule einzig in ihrer Art."

Die Richtung, welche Schiller an Humboldt so wenig gefallen, hat Letzterer sein ganzes Leben hindurch beibehalten, und gerade sie war es, die seine großen Erfolge bewirkte; ängstlich vermied er es, der Phantasie die Zügel schießen zu lassen, und sich dadurch von dem Boden der kalten Wirklichkeit zu entfernen, und bewahrte sich auf diese Weise vor einer Menge von Irrthümern.

Humboldt hat zwar keine rein mathematischen Untersuchungen veröffentlicht; doch läßt sich aus der Anlage seiner Arbeiten, aus der Leichtigkeit, mit der er gelegentlich mathematische Formeln handhabte, sowie aus seinem Bestreben, einzelne Sätze durch den mathematischen ähnliche Formeln auszudrücken, leicht schließen, daß in seiner Denkungsweise nach dem oben citirten Ausdrucke des Herrn v. Martius das mathematische Element culminirte. Die Aufgabe des Mathematikers in den Naturwissenschaften ist es, die Normen aufzusuchen, nach denen eine größere oder geringere Klasse von Naturerscheinungen vor sich geht, und hat er ein solches Gesetz entdeckt, so bleibt ihm übrig, durch Annahme einer den Impuls gebenden und in einer ganz bestimmten Weise wirkenden Kraft die beobachteten Erscheinungen mit dieser Kraft in den Zusammenhang von Wirkung und Ursache zu bringen. Je weniger von einander verschiedene Kräfte nothwendig sind, um die größtmögliche Anzahl von Erscheinungen daraus abzuleiten, um so mehr wird der Mathematiker sich befriedigt fühlen und sein Ideal wird erreicht sein, wenn ein ganzes Gebiet in der Natur, oder am Ende die sämmtlichen Naturerscheinungen sich als ein Mechanismus darstellen lassen, dessen Räder nur durch eine oder ein paar in ganz bestimmter Weise wirkender Kräfte getrieben werden. Zu diesem Ziele ist Laplace in seiner Mécanique céleste für

die Astronomie gelangt, und nach dem gleichen strebt der Physiker auf seinem Gebiete.

Soll eine Kraft der Mathematik zugänglich sein, so muß sie ganz mechanisch nach irgend einem Gesetze wirken; gänzlich unfaßbar für mathematische Formeln ist die Lebenskraft, die wie mit einer Art von Bewußtsein nach einem bestimmten Ziele ringend von vielen Naturforschern als in den Geschöpfen der organischen Welt thätig angenommen wird, und von der oben bereits gesprochen wurde. Die Annahme der Lebenskraft in der gegenwärtigen Fassung widerspricht dem mathematischen Sinne so, daß ihre Gegner vorzugsweise in den Reihen der Mathematiker zu finden sind. Humboldt sagt:[1] „Um die Erscheinungen dem Calcul zu unterwerfen, wird die Materie aus Atomen (Moleculen) construirt, deren Zahl, Form, Lage und Polarität die Erscheinungen bedingen soll. Die Mythen von inponderablen Stoffen[2] und von eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben die Ansicht der Natur. Unter so verschiedenartigen Bedingnissen und Formen des Erkennens bewegt sich träge die schwere Last unseres angehäuften und jetzt so schnell anwachsenden empirischen Wissens."

Der Umstand, daß aus den Eigenschaften und Zuständen der Materie (der eben erwähnten Zahl, Gestalt und Anordnung der Atome) die Erscheinungen abgeleitet werden, hat der ganzen Schule den Namen „Materialismus" gegeben und dieser hat, was wohl kaum geläugnet werden kann, die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften auf's Wesentlichste gefördert. Setzen wir den Fall, derselbe Materialismus, der in der Astronomie so glücklich angewandt wurde, daß er dort alleinherrschend ist, derselbe sei auch in den übrigen Zweigen, namentlich auf dem Gebiete der organischen Welt durchführbar und eines Tages durchgeführt, so würde die ganze Schöpfung dadurch zu einer Maschine, die von selbst fortginge, und das Eingreifen eines höheren Wesens, dieser Lebenskraft des Weltalls, würde dadurch überflüssig, ja sogar schädlich, und es wird daher mit vollem Rechte gesagt, daß der Materialismus in seinen äußersten Consequenzen direct zum Atheismus führe. Man pflegt als Kriterium, ob Jemand Materialist sei, oder nicht, das anzunehmen, ob er auf die Frage: Gibt es eine Lebenskraft? mit Nein antwortet oder mit Ja. In diesem Sinne genommen war also Humboldt Materialist. Dieses, sowie auch der Umstand, daß er vorzugsweise den ruhigen Verstand walten zu lassen liebte, hat ihn häufig den Vorwürfen

1) Kosmos I. 67.

2) Lichtstoff, Wärmestoff u. s. w. S. oben S. 67.

ausgesetzt, daß seine Religiosität nicht zum besten bestellt sei und wie wir aus seinem Briefwechsel mit Varnhagen sehen können, hat es auch nicht an Versuchen gefehlt, ihn eines Bessern zu belehren.

Es möge hier genügen anzuführen, daß Humboldt in seinen wissenschaftlichen Arbeiten sich nicht über den Gegenstand ausgesprochen hat, und daß er unterließ in seine wissenschaftlichen Arbeiten fromme Betrachtungen einzuschließen, genügt noch nicht anzugeben, was er über Religion gedacht habe. Man begegnet häufig einem Vorwurfe, der Humboldt darum gemacht wird, daß im ganzen Kosmos das Wort „Gott" nicht vorkomme. Das Werk Humboldt's ist zum größten Theile naturwissenschaftlichen Inhalts und vergleicht man die übrigen Schriften desselben Faches, die nicht ausdrücklich für den Schulunterricht bestimmt sind, so wird man finden, daß das Wort „Gott" in denselben ebenso selten ist, als in juridischen und medicinischen Schriften. Man kann also den gedachten Vorwurf dem Kosmos nicht mit größerem Rechte machen, als andern naturwissenschaftlichen Werken. In dem zweiten Bande, dem historischen Theile, kommen die Worte Gott, der Herr, der Schöpfer, nicht nur einmal, sondern wiederholt vor (S. 26. 30. 46. 47. 48.), wenn Humboldt in Citaten den Einfluß religiösen Sinnes auf den Eindruck beschreibt, den die Natur auf den Beschauer macht, und die Art der Citate sowohl als die ganze Haltung der Besprechung lassen sicherlich keine ungünstigen Urtheile über Humboldt's Religiosität zu. So finden wir (S. 26): „Die christliche Richtung des Gemüthes war die, aus der Weltordnung und aus der Schönheit der Natur die Größe und Güte des Schöpfers zu beweisen. Eine solche Richtung, die Verherrlichung der Gottheit aus ihren Werken, veranlaßte den Hang nach Naturbeschreibungen. Die frühesten und ausführlichsten finden wir bei einem Zeitgenossen des Tertullianus und Philostratus, bei einem rhetorischen Sachwalter zu Rom, Minucius Felix, aus dem Anfang des dritten Jahrhunderts. Man folgt ihm gerne im Dämmerlichte an den Strand bei Ostia, den er freilich malerischer und der Gesundheit zuträglicher schildert, als wir ihn jetzt finden. In dem religiösen Gespräch Octavius wird der neue Glaube gegen die Einwürfe eines heidnischen Freundes muthvoll vertheidigt."

Es wird stets die Aufgabe des Mathematikers sein, daß er mit Zugrundelegung von möglichst wenig Kräften auszukommen sucht; wenn er aber darum sich mit dem Satze nicht befreunden kann, daß in jedem organischen Körper eine besondere und noch dazu so verschieden wirkende Kraft thätig sei, so braucht er darum jene letzten Consequenzen nicht zu ziehen. Bei

dem jetzigen Stande der Wissenschaft als sicher vorauszusetzen, alles in der Natur sei nichts als das Räderwerk einer Maschine, gehört zu den Anmaßungen der Empirie, gegen die Humboldt in dem oben (S. 432) angeführten Satze sich aussprach.

Es ist bemerkt worden[1], daß Humboldt in keiner der von ihm bearbeiteten Doctrinen sich durch eine große, weit hinaus wirkende Entdeckung verewigt hat.

Die Bereicherungen der Naturwissenschaften, die man mit dem Namen Entdeckungen bezeichnet, lassen sich, den (S. 426) angegebenen Aufgaben der Naturwissenschaften gemäß, in drei verschiedene Klassen eintheilen: man kann eine vorher unbekannte Thatsache beobachten, man kann eine neue Norm auffinden, die einer Reihe von Thatsachen zu Grunde liegt, oder man kann auch eine in bestimmter Weise wirkende Kraft entdecken, die an der schon bekannten Norm Schuld ist. Die Wichtigkeit der gemachten Entdeckung ist abhängig von der größeren oder geringeren Menge von Folgerungen, die sich daran knüpfen. Eine wichtige Entdeckung der ersteren Art war die oben erwähnte Beobachtung, die Galvani an seinen Fröschen machte, denn ihr folgte eine so bedeutende Vermehrung der positiven Wissenschaften, daß die Lehre der Elektricität sich seitdem ganz umgewandelt hat. Copernicus entdeckte (von Neuem), daß die Erde um die Sonne und nicht letztere um die Erde gehe, während Keppler die Curve, in welcher, und die Geschwindigkeit, mit welcher die Planetenbewegung vor sich geht, auffand. Beide Männer haben ihre Namen verewigt durch die Entdeckung von Normen. Newton erkannte in der Schwerewirkung den Einfluß, den die materiellen Theile der Schöpfung auf einander ausüben und gab mit ihr die Ursache an, warum die Gestirne sich so, wie es beobachtet wird, bewegen; er fand also den Grund zu dem von Copernicus und Keppler erkannten Gesetze.

Betrachten wir Humboldt's Wirken von diesem Standpunkte aus, so zeigt sich alsbald, daß sich keine Entdeckung von solcher Tragweite an seinen Namen knüpft. Wir verdanken ihm zwar der Entdeckungen eine große Zahl. Schon in seinen Jünglingsjahren fand er die Einwirkung des Chlorwassers auf keimende Samen, fand den magnetischen Berg im Fichtelgebirge. Im zweiten Abschnitte seines Lebens begegnen wir der Entdeckung der Verschiedenheit der Intensität des Erdmagnetismus, der Strömung kalten Wassers im stillen Ocean. Im dritten Abschnitte gesellten sich hiezu die Auffindung und Feststellung der magnetischen Strömungen u. s. w., doch sind alle

1) Deutsche Vierteljahrsschrift 1860. I. 306.

diese Entdeckungen nicht von der Tragweite der vorgenannten. Nennt man dagegen eine bedeutende Entdeckung diejenige Arbeit, an welche sich eine große Anzahl anderer heftet, bei der nach dem Vorgange eines einzelnen Mannes anderen Gelegenheit geboten wird, der Wissenschaft ersprießliche Dienste zu leisten, so haben wir Humboldt sehr wichtige zu verdanken. Ist nicht die ganze Pflanzengeographie eine Entdeckung Humboldt's? Welche Bedeutung haben die Isothermen, die wir ihm verdanken, in der Wissenschaft? Humboldt war namentlich ein Meister, wenn es sich darum handelte, den Blick von der einzelnen Erscheinung auf das Allgemeine auszudehnen; er lehrte zuerst die Natur an der Hand der Erfahrung vom höheren Standpunkte zu betrachten, was die Naturphilosophie ohne jene so oft vergebens versucht hat, und er hat dieser Art der Auffassung Bahn gebrochen. Besonders glücklich war er in der graphischen Darstellung verwickelter Verhältnisse. Die Isothermen, die Zeichnung der der Höhe nach über einander gelagerten Pflanzenregionen, die Verticaldurchschnitte einzelner Länder sind seine Entdeckung.

„Immer und überall," sagt v. Martius in seiner Denkrede auf Humboldt, „strebte er, sich zu umfassenden, das Manchfache einheitlich gestaltenden Begriffen zu erheben. Weil er aber einen ungewöhnlichen Reichthum der manchfaltigsten Kenntnisse besaß, und ihn in einem stupenten allzeit schlagfertigen Gedächtnisse zur Verfügung hatte, so suchte seine Beobachtung neue oder selten berücksichtigte Seiten an dem Objecte, und auf dieser Vielseitigkeit, die sich auch dem Verborgensten zuwendet, beruht eines seiner größten und eigenthümlichsten Verdienste. Und wie er mit seiner gleichsam vielfacettirten Empfänglichkeit aus der Natur das Verschiedenartigste aufnahm, so auch aus der Literatur. Im Besitze der altklassischen und der modernen Wissenschaftssprachen, selbst dem Persischen und dem Sanskrite nicht fremd, von einer reichen Belesenheit, förderte er das Verlorene, das Vergessene aus den abstrusesten Schachten. Rastlose Rührigkeit im Suchen, und sinniges Behagen im Finden stempelten den gedächtniß- und urtheilskräftigen Geist zu einem Polyhistor, dergleichen vielleicht vor ihm noch nie unter den Sterblichen erschienen war.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung. S. 1—2.

Erster Abschnitt.

Humboldt als Jüngling.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen. S. 3—12.

Zusammenhang der Naturwissenschaften unter einander. Früheres Bestreben der Naturphilosophen den Zusammenhang der Naturerscheinungen durch Speculation zu ergründen. Humboldt's Standpunkt am Beginne seiner Laufbahn. Seine Arbeiten aus dem vorigen Jahrhundert. Allgemeiner Charakter derselben.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenstände.

Der Basalt. S. 13—22.

Bestimmung des Basaltes durch Agricola. Aeltere Nachrichten über den Basalt. Zweifel über die Identität des Basaltes des Agricola mit dem des Plinius. Ansichten Humboldt's. Verschiedene Theorien über die Entstehung des Basaltes. Agricola. Walch. Desmarest. Theorie der Neptunisten. Werner. Theorie der Vulcanisten. Hutton. Humboldt ein Anhänger Werner's. Seine Theorie der Bildung der Sedimentgesteine.

Die Reizbarkeit. S. 22—44.

Was ist Reizbarkeit? Virgil schon kannte die Zuckungen an frischem Fleische. Haller und seine Theorie. Girtanner. Brown. Humboldt's Nachweise der Reizbarkeit bei Pflanzen. Steigerung und Schwächung der Reizbarkeit. Entdeckung der Einwirkung des Chlors auf keimende Samen. Entdeckung des Galvanismus. Erklärung des Zuckens der Frösche durch Galvani. Opposition Volta's. Humboldt's Arbeiten. Seine Versuche an sich selbst. Chemische Theorie Humboldt's. Der Sauerstoff als Lebensprincip. Entdeckung der Volta'schen Säule. Spätere Schicksale der chemischen Theorie des Galvanismus.

Die Lebenskraft. S. 44—51.

Unterschied zwischen organischen und unorganischen Geschöpfen. Aristoteles. Hales. Girtanner. Humboldt als Anhänger der Lebenskraft. Humboldt als Gegner derselben. Seine Definition des Unterschiedes zwischen belebten und unbelebten Wesen.

Die Ernährung und Respiration der Pflanzen. S. 52—58.

Aeltere Ansichten über die Pflanzenernährung. Der Van-Helmont'sche Versuch. Beobachtung der Pflanzenrespiration durch Bonnet. Priestley's Entdeckung der gegenseitigen Abhängigkeit der beiden Reiche organischer Geschöpfe. Scheele's Opposition. Lavoisier's Untersuchung der atmosphärischen Luft auf Kohlensäure. Van Marum. Hassenfratz. Humboldt's Ansichten. Sein Satz von der Abhängigkeit der Pflanzen von den mineralischen Bestandtheilen des Bodens. Seine Versuche mit Schwämmen. Seine Theorie der Excremente der Gewächse. Gegenwärtige Theorie von dem Verhalten der Pflanzen zur Luft.

Die chemische Zusammensetzung der Luft. S. 58—69.

Atmosphärische Luft. Die aristotelischen Elemente. Van Helmont's Gase. Frühere Beobachtung des Sauerstoffs durch Mayow und Hales. Priestley's Arbeiten. Seine Zerlegung der atmosphärischen Luft in dephlogistisirte und phlogistisirte Luft. Phlogiston. Stahl's phlogistische Theorie. Antiphlogistische Theorie Lavoisier's. Sauerstoff. Stickstoff. Kohlensäure. Zusammensetzung der Luft nach der neuen Theorie. Humboldt. Seine Untersuchungsmethoden. Anthrakometer. Dalton's Gesetz. Humboldt's Resultate. Die Theorien über das Licht. Humboldt's Ansicht darüber.

Ueber die unterirdischen Gasarten und die Mittel ihren Nachtheil zu vermeiden. S. 69—75.

Die unterirdischen Höhlen und die in ihnen enthaltene Luft. Centralwärme. Humboldt's Ansicht davon. Matte und schlagende Wetter. Humboldt's Grubenlampen. Verhältniß derselben zur Davyschen.

Zweiter Abschnitt.

Humboldt's Mannesjahre.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen. S. 76—126.

Charakteristik der Thätigkeit Humboldt's in diesem Abschnitte. Seine verschiedenen Reisepläne. Abreise nach Amerika. Landung in Cumana. Humboldt's Schilderung eines tropischen Urwalds. Die Missionen. Llanos. Fahrt auf dem Apure. Fahrt auf dem Orinoco. Ober-, Mittel- und Unterlauf der Ströme. Die Orinocofälle. Flußnamen, Flußgebiete, Wasserscheiden, Trageplätze. Die schwarzen Flüsse des tropischen Amerika. Bifurcationen. Der Cassiquiare.

Fahrt auf demselben. Rückkehr nach Caracas. Reise nach Cuba. Reise nach Carthagena. Weitere Reisen bis zur Rückkehr nach Europa. Das Quindiugebirge. Andar en carguero. Die Hochebene von Quito. Höhe und Gestalt der Gipfel der Andes. Verzeichniß der Humboldt-Bonpland'schen Reisewerke. Deren Inhalt im Allgemeinen. Humboldt's Vergleichung der Vereinigten Staaten mit den spanischen Kolonien in Amerika. Mexico. Humboldt's übrige Werke.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenstände.

Die Meteorologie. S. 127—192.

Umfang und Unterabtheilungen derselben.

1. Chemische Beschaffenheit der Luft. S. 127—142.

Berthollet's Theorie der chemischen Verbindungen. Richter's und Dalton's Begründung der Stöchiometrie. Das Volta'sche Eudiometer. Aufgaben, die sich Humboldt und Gay-Lussac bei ihren Untersuchungen gestellt haben. Ihre Resultate. Miasmen. Absorption von Luft durch Wasser. Zusammensetzung der von Wasser und Schnee absorbirten Luft. Regnault's neuere Bestimmungen.

2. Wärme. S. 142—168.

Frühere Versuche, die Luftwärme auf theoretischem Wege zu bestimmen. Halley. Mairan. Mayer. Lambert. Kirwan. Humboldt's Untersuchung über die mittlere Wärme. Halley's magnetische Curven. Isothermen. Continental-, Küsten- und Inselklima. Gang der Temperatur im Laufe des Jahres. Vergleichung der südlichen und der nördlichen Hemisphäre rücksichtlich ihrer Temperatur. Humboldt's Forschungen. Seine Untersuchungen über die Wärme der Luft über dem Meere. Die Abnahme der Temperatur bei wachsender Meereshöhe. Humboldt's Aufzählung der Mittel, sie zu finden. Seine Resultate. Bestimmung der Schneegränze. Bodentemperatur. Ursachen der Temperaturverschiedenheiten auf der Erde.

3. Druck der Luft. S. 168—179.

Aristoteles. Simplicius. Horror vacui. Toricelli's Nachweis, daß die Luft schwer sei. Barometer. Pascal. Das Mariotte'sche Gesetz. Anwendung des Barometers zu Höhenmessungen. Periodische und nichtperiodische Schwankungen des Barometers. Correction des beobachteten Barometerstandes. Tägliche Oscillationen des Barometers in verschiedenen Breiten. Physiologische Erscheinungen bei bedeutender Abnahme des Luftdruckes. Sauffure. Humboldt. Gebrüder Weber.

4. Hydrometeore. S. 179—186.

Aeltere Ansichten über den Wassergehalt der Luft. Sauffure. Dalton. Unterschied zwischen Dampf und Gas. Nebel. Wolke. Regen. Schnee. Hygrometer. Humboldt's Untersuchungen über den Wassergehalt der Luft. Seine Bestimmung der Höhe der Wolken. Seine Darstellung des Witterungswechsels innerhalb der Tropen. Calmenzone. Regenmenge an verschiedenen Orten.

5. Optische Erscheinungen. S. 186—192.

Die Farbe des Himmels. Sauſſure's Cyanometer. Humboldt's Beobachtungen. Physiologische Wirkungen des Sonnenlichts. Der Weg des Lichtes durch die Luft. Cleomedes, Entdecker der Strahlenbrechung. Alhazen. Verschiedenheit der Stärke der Strahlenbrechung in den Aequatorialgegenden nach den Angaben Bouguer's und Le Gentil's. Humboldt's Resultat. Einwirkung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre auf die Strahlenbrechung. Betrag der Strahlenbrechung.

Die Thiere. S. 192—213.

Die Arbeiten Humboldt's.

1. Die Physiologie der Thiere. S. 193—209.

Humboldt. Die elektrischen Fische. Walsh. Hunter. Humboldt's Beschreibung der Jagd auf die Zitteraale. Seine Untersuchung der anatomischen Verhältnisse dieses Fisches. Seine Beobachtungen von dessen elektrischen Wirkungen. Versuche mit dem Zitterrochen. Analogie zwischen dem elektrischen Organe der Fische und der Voltaschen Säule. Faraday. Versuche Humboldt's über die Respiration der Krokodile. Versuche über die Respiration der Fische. Die Schwimmblase der Fische. Gay-Luſſac's Versuche mit Vögeln, Säugethieren und an sich selbst.

2. Die Geographie der Thiere. S. 209—213.

Humboldt's Arbeiten. Illiger. Schmarda. Humboldt's Darstellung der Thiervertheilung im tropischen Amerika. Vertheilung der Stechfliegen daselbst.

Die Pflanzen. S. 213—239.

Linné's Bestimmung von Wohnort und Standort der Gewächse. Giraud-Soulavie. Link. Humboldt's pflanzengeographische Notizen in den Mineralogischen Beobachtungen. Seine Definition der Pflanzengeographie in der Flora Fribergensis. Stromeyer. Humboldt's Definition der Pflanzengeographie in den Ideen zu einer Geographie der Gewächse. Die Verbreitung der Pflanzen über die Erde im Allgemeinen und die einiger Formen im Besondern. Wanderungen einzelner Gewächse. Charakteristische Pflanzenformen. Unterschied zwischen der Flora der Tropen und der der gemäßigten Zone. Aenderungen der Flora mit wachsender Meereshöhe. Botanische Arithmetik. Pflanzenzählung. Verhältniß der Arten einer bestimmten Familie zu der gesammten Artenzahl der Flora. Vergleichung der Schneegränzenhöhe, Temperatur, Vegetationsgränzen u. s. w. in der Aequatorialzone, der gemäßigten und der kalten. Zusammenhang zwischen Wärme und Pflanzenleben. Lebensbedingungen einiger Formen. Einwendungen gegen Humboldt's Arbeiten. Humboldt's Erwiderung. Aenderungen der Quotienten einzelner Familien unter verschiedenen Himmelsstrichen. Pflanzenreiche. Spätere Bearbeitungen der Pflanzengeographie. Humboldt's Versuch, die Gesammtzahl der Pflanzenarten aus den entsprechenden Zahlen einzelner Familien zu bestimmen.

Gesteine, Vulcane und Erdbeben. S. 239—256.

Structur der Gesteine. Ansichten der Neptunisten und der Vulcanisten. Neigung der Schichten. Entstehung derselben. Relatives Alter der Schichten. Formation. Fragen über Alter und Aufeinanderfolge der Schichten. Versteinerungen. Kohlenbildung. Verschiedenheit der organischen Formen in den einzelnen Schichten. Humboldt's Forschungen. Sein Vorschlag, die einzelnen Gesteine zu bezeichnen. Humboldt als Anhänger des Vulcanismus. Sieg der Vulcanisten oder Plutonisten über die Neptunisten. Ausbildung ihrer Lehre. Der Vulcanismus ist die Reaction des Innern der Erde auf deren Oberfläche. Humboldt's Arbeit über den Bau und die Wirkungsart der Vulcane in verschiedenen Erdstrichen. Großartiger Zusammenhang der Vulcane und Erdbeben. Davy's Erklärung der vulcanischen Erscheinungen.

Der Magnetismus. S. 256—268.

Kenntniß der Alten vom Magnetismus. Hansteen und Humboldt über die Zeit, in welcher die Südnordrichtung der Magnetnadel in Europa zur Orientirung zuerst benutzt wurde. Bei den Chinesen ist die Anwendung der Magnetnadel schon sehr alt. Columbus entdeckt eine Stelle ohne magnetische Abweichung. Aenderung dieser Abweichung in Paris. Die Curve ohne Abweichung und ihre secularen Aenderungen. Halley's Isogonen. Spätere Isogonenkarten. Die tägliche Oscillation der Abweichungsnadel. G. Hartmann entdeckt die Inclination. Norman. Bestimmung der magnetischen Pole durch Roß. Magnetischer Aequator. Neigungskarten. Die Erde ein Magnet. Auffindung der Aenderung der magnetischen Intensität in den verschiedenen Orten der Erdoberfläche. Humboldt's Antheil daran. Humboldt's und Biot's Arbeit über die Neigung der Magnetnadel. Hansteen. Humboldt's Einheit der Intensität des Erdmagnetismus. Isodynamische Karten. Humboldt's Entdeckung der doppelten täglichen Oscillation der Declinationsnadel.

Die Geographie. S. 268—291.

Analogien in den Umrissen der Festländer. Baco von Verulam. Reinhold Forster. Buache. Buffon. Humboldt's ursprüngliche Ansichten. Entwicklung der geographischen Kenntniß des Innern von Südamerika vor Humboldt. Humboldt's Forschungen. Relief von Südamerika. Gebirge von Süd- und Nordamerika. Humboldt's Vergleichung der Vertheilung der Gebirge in Amerika mit der in Europa. Amerikanische Flachländer und deren Verbindungen unter einander. Meeresströmungen. Die Humboldtströmung im großen Ocean. Die großen Wasserstraßen der Erde. Das Project eines Kanals zwischen dem mexicanischen Meerbusen und dem großen Ocean. Humboldt's Vorschlag eines Kanals ohne Schleusen.

Der Mensch. S. 291—318.

Humboldt's Arbeiten.

1. Der Neger. S. 292—295.

Numerische Verhältnisse der Schwarzen und der Weißen in Amerika. Humboldt ein Gegner der Sclaverei. Seine Vorschläge zur Aufhebung derselben.

2. Der Indianer. S. 295—318.

Körperbeschaffenheit der rothen Race. Die Sprachen der Indianer. Verschiedenheiten und Analogien derselben. Ihr Bau. Die alten Mexicaner. Frühere Völkerwanderungen in Amerika. Alte Sagen der Azteken und deren Einfluß auf die Bekehrung der Eingeborenen zum Christenthum. Civilisationscentrum in Peru. Civilisationscentrum auf der Hochebene von Bogota. Culturzustand der Bewohner der Niederungen. Vernichtung der aztekischen Documente. Entstehung der Schreibkunst. Hieroglyphen. Phonetische Zeichen. Quippus. Unterschied der aztekischen Hieroglyphen und der ägyptischen. Die Merkmale der aztekischen Codices. Kalender der Azteken. Ihre Zeitalter. Kalender der Muyscas. Bauwerke der Azteken. Alte Ruinen in den Vereinigten Staaten. Humboldt's Ansicht über die Abstammung der Azteken und über die Verbindung zwischen den Bewohnern der alten und der neuen Welt. Seine Ansicht über die Menschenracen.

Dritter Abschnitt.

Humboldt's vorgerückte Jahre.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen. S. 318—338.

Charakteristik von Humboldt's Thätigkeit in dieser Periode. Rückkehr von Paris nach Berlin. Einladung der russischen Regierung zu einer Reise nach Sibirien. Reise dahin. Entdeckung der uralischen Diamanten. Humboldt's Erwiderung auf die Gerüchte, welche diese Entdeckung läugneten. Die Werke über die Reise. Deren Inhalt im Allgemeinen. Die übrigen Werke Humboldt's aus dem 3. Abschnitte. Deren Inhalt im Allgemeinen. Der Kosmos.

B. Humboldts Arbeiten über einzelne Gegenstände.

Die Meteorologie. S. 338—353.

Große Trockenheit der Luft in Innerasien. Asien ist unter gleichen Breiten kälter als Europa. Große Verschiedenheit der Jahreszeiten in Asien. Ursachen, welche die Temperatur eines Ortes erhöhen. Ursachen, welche sie erniedrigen. Einfluß der Wasserflächen auf die Temperatur des Landes. Continental-, Küsten- und Inselklima. Vertheilung des Festlandes innerhalb der Tropen. Leitung und Strahlung der Wärme. Einfluß der Bodenbeschaffenheit eines Ortes auf die Temperatur. Einwirkung der Höhen. Schneegränze. Tabelle der Schneegränzen. Wirkung der Strömungen von Luft und Wasser. Unterschied zwischen den Arbeiten Humboldt's über Meteorologie aus dem 2. Abschnitte und denen aus dem dritten. Fortschritte in der Bestimmung des Ganges der Isothermen.

Die Geographie. S. 353—370.

Verschiedene Zugänglichkeit der Länder. Vergleichung der Zugänglichkeit von Inneramerika und Innerasien. Frühere Reisen nach Asien und Ansichten über dessen Relief. Humboldt's Zweifel an einem über ganz Asien sich er-

streckenden Hochlande. Seine Arbeiten über die Geographie von Asien. Die Gebirgssysteme von Asien und ihre ansehnlichsten Gipfel. Alte Handelswege. Die britischen und russischen Bestrebungen, die Kunde von Innerasien zu erweitern. Humboldt's Vergleichung des Reliefs von Asien mit dem von Amerika. Laplace's Versuch, die Höhe der Continente auf mathematischem Wege zu bestimmen. Humboldt's Vergleichung der bisherigen Messungen mit dem Resultate Laplace's. Die Erhebung der einzelnen Continente nach Humboldt. Verzeichniß einzelner Hochebenen. Tiefe der Oceane.

Geschichte der Geographie. S. 370—386.

Das Zeitalter der größten Entdeckungen in der Geographie. Geschichte der Entdeckung von Amerika. Humboldt's Ansicht über die Verdienste des Columbus und der großen Seefahrer seiner Zeit. Charakter seines Werkes über die Entdeckungsgeschichte von Amerika. Das Verhältniß des Columbus zu Vespucci. Die Entstehung des Namens Amerika. Schuldlosigkeit des Vespucci hieran. Humboldt's Untersuchungen und Resultate über die alten Karten von Amerika. Historischgeographische Untersuchungen Humboldt's über Asien. Die Aenderungen im Relief der aralocaspischen Niederung.

Geologie. S. 386—411.

Elie de Beaumont's Bestimmung des Alters der Gebirge. Hebungsrichtungen in Europa. Anwendungen, die Humboldt von den Beaumont'schen Principien auf die Altersbestimmung des Urals und des asiatischen Continents machte. Humboldt's Theorie des Vulcanismus. Erklärung der vulcanischen Erscheinungen aus dem Eindringen von Wasser in das heiße Innere. Bedenken gegen dieselbe. Die Vulcane von Innerasien. Vulcanische Verhältnisse der aralocaspischen Niederung. Gasvulcane in China. Humboldt's Darstellung des asiatisch-europäischen Erdbebengürtels. Seine Darstellung des Vulcanismus im Kosmos. Erdbeben. Thermen. Gasvulcane. Eigentliche Vulcane. Ihre Anzahl und Vertheilung über die Erde. Neuere Einwendungen gegen den Plutonismus. Vordringen der neuneptunistischen Theorie.

Der Magnetismus. S. 411—419.

Humboldt's und Reich's gleichzeitige Beobachtungen der Magnetnadel. Entdeckung der Gleichartigkeit in der Bewegung zweier an verschiedenen Orten befindlicher Nadeln. Die Isodynamenkarten. Gauß, Entdeckung des absoluten Maaßes des Erdmagnetismus. Absolute Einheit und relative Einheit. Theorie der Abhängigkeit der Bewegung der Magnetnadel von der Wärme. Der magnetische Verein. Humboldt's Antheil an dessen Resultaten. Schwierigkeiten der Lehre vom Erdmagnetismus.

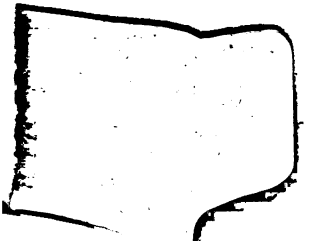
Die Zahlzeichen. S. 419—423.

Eintheilung der Zahlen in verschiedene Gruppen. Verbindung der Zahlzeichen. Verbindung der Gruppenzeichen. Entstehung der Bezeichnungsweise von Minuten, Secunden u. s. w. Das indische Positionssystem. Entstehung desselben. Einführung in Europa.

Schluß. 424 – 440.

Unterschied der Arbeiten Humboldt's aus dem ersten Abschnitte von denen der folgenden. Die physische Erdbeschreibung, das eigentliche Fach Humboldt's. Aufgaben der Naturforschung. Unterschied der physischen Erdbeschreibung von den übrigen Naturwissenschaften und ihr Verhältniß zu diesen. Der Kosmos. Die historischen Arbeiten Humboldt's. Humboldt als Vertreter der empirischen Naturforschung. Humboldt und die Naturphilosophie. Humboldt und Schiller. Aufgabe der Mathematik in den Naturwissenschaften. Materialismus. Humboldt als Materialist. Der Vorwurf, daß im Kosmos das Wort „Gott" nicht vorkomme. Humboldt's Entdeckungen.

5

Berichtigungen.

Seite 151, Zeile 4 v. u. osten statt westen.
" 191, " 12 v. u. Constitution der Atmosphäre statt Constitution.
" 262, " 6 v. u. Ponvi statt Ponvi.
" 277, " 11 v. u. Küstenkette statt Außenkette.